فلسفة الفيزياء

د. محمد عبد اللطيف مطلب

الموسوعة الصغيرة
٢

فلسفة الفيزياء

د . محمد عبداللطيف مطلب

ايلول ١٩٧٧

منشورات وزارة الاعلام ـ الجمهورية العراقية
بغداد

مقدمة

تخفي العلاقة بين الفلسفة والفيزياء ـ وعلوم الطبيعة عموما ـ على الكثيرين من طلاب هذه العلوم والمشتغلين فيها . وليس من النادر ان تعتبر الفلسفة ترفا فكريا ، او انشغالا غير منتج ولا لزوم له .

وقد استهدف الكتاب ايضاح العلاقة بين الفيزياء والفلسفة ، وبحث المسائل الفلسفية المتصلة بالفيزياء ، لا سيما تلك المسائل التي اثارتها الفيزياء الحديثة ، ولو ان بعضها يتجاوز في مداه حدود الفيزياء .

ويجب القول اننا لا نستطيع ان نعتبر البحث الفلسفي العلمي في العديد من هذه المسائل منتهيا ، بل ان هذه تتطلب مواصلة البحث ، كمسألة الحتمية وعلاقتها بالقوانين الاحصائية ، ومسالة اللانهائية في الفيزياء والكوسمولوجيا والرياضيات والفلسفة . ولا شك ان النقاش حولها سيساعد على التقرب من حلولها العلمية .

واتمنى ان تتاح لي الفرصة لتوسيع الكتاب ، واغنائه بمسائل فلسفية ـ فيزياوية اخـــرى . وساكون شاكرا لكل من يبدي لي ملاحظاته وانتقاداته حوله .

عسى ان يساهم الكتاب في بث المعرفة العلمية في اوساط شعبنا النبيل .

بغداد ـ ١٩٧٧/٦/٢٢ .

محمد عبداللطيف مطلب
قسم الفيزياء/كلية العلوم
جامعة بغداد

الفصل الاول

الفيزياء والفلسفة

علاقة الفلسفة بالفيزياء والعلوم الطبيعية الاخــرى

كانت الفلسفة في العصور القديمة والوسطى تفترض في الفيلسوف الاحاطة بالكثير من معارف عصره من علوم الطبيعة والرياضيات والطب واللغة والتاريخ وغيرها ، هذا اضافة الى النظرة الشاملة من العالم ، بحيث كان الفيلســـوف دائرة معارف عصره ، واسماء كارسطو والكندي والفارابي وابن سينا وابن رشد ودافنتشي امثلة ساطعة على ذلك .

لقد احتوت النظرات التي قدمتها « فلســـفة الطبيعة » القديمة عن العالم على عـــــدد من الاراء العبقرية التي كان لها تأثير كبير على تطور العلم ، والتي اثبت العلم الحديث صحتها : كالنظرية الذرية ومبدأ حفظ المادة وفكرة التطور ولا نهائية العالم . الا ان كل ذلك لم يكن يعـــدو نطاق التأمـــلات والتخمينات التي هي ، رغم صوابها ، لم تســـتند على الفحص التجربي والدراسة المفصلة لظواهـــر الطبيعة الجزئية .

غير ان تقدم الانتـــاج منذ عصر النهضـــة ،

وحاجته الى العلم والتكنيك المعتمدين على التجربة أدى الى نشوء العلوم الاختصاصية وتفاعلها بدورها مع الانتاج وتطورها ، وبالتالي انفصالها الواحد تلو الآخر عن امــه الفلسـفة واستخدام كل منها طرائق خاصة به في البحث .

ان التطور العاصف في العلوم ــ ولا ســـيما الطبيعية والتكنيكية منها ــ منذ بداية القرن العشرين حتى الان اجبر كلا من هذه العلوم الى الانقســـام بدوره الى فروع اختصاصيه اضيق . وان المــرء ليتكلم الان عن « انفجار » في المعلومات ، كناية عن التوسع السريع في العلم . ولا ضرورة ان نتطرق هنا الى نشوء علوم جديدة لم يكن لها وجود في السابق، او انها نشأت من اتحاد علمين او اكثر كالسيبرنتيك وعلم الفضاء الكوني والفيزياء الفلكية والفلســـفة العلمية .

والان ينشأ السؤال التالي : ماذا بقي للفلسفة الآن بعد ان انسلخت عنها كل هذه العلوم ؟ أفليس من الاصوب ان نترك الفلســـفة جانبا وندع كل مشكلة يحلها العلم الاختصاصي الذي تنتمي اليه ؟

الجواب على هذا السؤال يحدده الواجــب الملقى على عاتق الفلسفة، وهذا بدوره يحدد : **موضوع الفلسفة** .

واجب إلفلسفة هو ان تزودنا بنظرة علمية عامة موحدة متطورة للعالم، وبتوجيه علمي للتحولات الاجتماعية والتكنيكية في عصرنا يكون دليلا لنشاطنا العلمي والعملي .

بهذا المعنى لا يمكن الاستعاضة عن الفلسفة باي علم اختصاصي اخر ولا بمجموع العلوم الاختصاصية . فكل علم اختصاصي يزودنا بمعلومات تفصيلية « جزئية » ضيقة نسبيا عن مجال اختصاصه ولكن مجموع هذه المعلومات التفصيلية (مجموع الاجزاء) لا يعطينا النظرة العامة الموحدة التي نبتغيها عن العالم ، وهذا هو بالذات ما تقوم به الفلسفة .

ان الفلسفة العلمية علم خاص بجانب العلوم الاختصاصية ، ولها مع هذه العلوم هدف مشترك هو : معرفة العالم المادي بتعدد اشكاله ، وتعقيداته، وانعكاس كل ذلك في الفكر . والفلسفة تأخذ من العلوم الاختصاصية نتائجها ، ثم تعمم هذه النتائج لكي تستنتج منها قوانين العالم العامة ، وهو ما لا يفعله اي علم اختصاصي بمفرده . وبهذا تزود الفلسفة العلوم الاختصاصية بالقاعدة الفكرية التي تستند عليها ، النظرة الصحيحة للعالم .

فاذا عرفنا ان واجب الفلسفة العلمية اكتشاف

القوانين العامة التي تسير عليها الطبيعة والمجتمع والفكر ، وان هذا الواجب لا يمكن القيام به الا بتعميم اكتشافات العلوم الاختصاصية ، يصبح من الواضح ان مجرد التأمل في الطبيعة والمجتمع او الاعتماد على الخبر الشخصية اليومية لا يمكن ان يوصل المرء الى نتائج فلسفية يمكن الركون اليها ، لأن الخبر الشخصية اليومية في الاغلب ضيقة وحيدة الطرف . ان الفلسفة يجب ان تعتمد على العلم في تعميماتها ، اي على نتائج العلوم الاختصاصية .

واذا كانت الفلسفة العلمية تعنى بالقوانين العامة وتعتمد في بحثها على العلوم الاختصاصية ، فهي لا يمكن ان تحل محل هذه العلوم ، وهي لا تقدم حلا جاهزا للمسائل التي تدرسها هذه . فليس من اختصاص الفلسفة وليس من واجبها ان تكتشف قانونا فيزياويا مثلا او معادلة كيمياوية ، فهذا واجب الفيزياء والكيمياء .

للتحليل العلمي للمسائل الفلسفية التي تثيرها الفيزياء الحديثة اهمية كبيرة للفلسفة والفيزياء على السواء . فالفلسفة العلمية تساهم في توضيح وتعميق المفاهيم الفيزياوية . ومن الناحية الثانية تغني الفيزياء والعلوم الطبيعية الاخرى باكتشافاتها الفلسفة ، وبهذه الوسيلة تدقق الفلسفة تعميماتها

او تبين أن بعض الموضوعات القديمة لم تعد صحيحة ويلزم صياغة تعميمات جديدة .

ولهذا يجب ان تراعى الصلة بين الفلسفة والفيزياء (والعلوم الاختصاصية عامة) وتدعم ، فبدون ان تستند الفلسفة على نتائج بحوث العلوم الاختصاصية وانجازاتها تبقى تعميماتها مقولات لا يركن اليها .

في مسالة العلاقة بين الفيزياء والفلسفة لا يدور البحث حول اولوية الفيزياء او الفلسفة ، بل حول التفاعل المتبادل بينهما ، كتعميم النظريات الفيزياوية وتدقيق المقولات الفلسفية واستخدام الفلسفة لتفسير القضايا الفيزياوية ، اي ان المسألة مسالة تفاعل مبدع بين الجانبين .

ليس من المستطاع وضع نظرية فيزياوية عن طريق التفكير الفلسفي وحده ، فالنظريات الفيزياوية يجب ان تستند قبل كل شيء على الحقائق التجريبية.

وليس من واجب الفلسفة اصدار احكام عن الاتجاهات الجديدة في تطور الفيزياء ، قبولها أو رفضها ، بل ان من واجبها تعميم الخبر والاكتشافات الجديدة التي تكسبها الفيزياء والعلوم عموما .

لقد تعرض بعض الفلاسفة مثلا الى نظرية النسبية لاينشتاين ، وانتقدوها باعتبارها ، كما

تصوروا ، تستند على فلسفة وضعية ، لانهم لم يفهموا المحتوى الموضوعي لهذه النظرية كما يجب ، ولم يفرقوا بين هذا المحتوى والتفسيرات الفلسفية الخاطئة التي تلصق به .

ان الموقف الصحيح في حالة حصول تناقض بين الاكتشافات الجديدة في علم الطبيعة والمقولات الفلسفية القديمة هو : ان المقولات الفلسفية القديمة التي لم تعد تطابق الحقائق العلمية اما ان تصحح حتى تطابقها او أن تنبذ ان لم يكن ذلك ممكنا . اما الحقائق العلمية الطبيعية فلا يمكن ان تغير حتى تطابق المقولات الفلسفية القديمة .

ان العالم معقد لدرجة كبيرة بحيث ان نظريات فيزياوية مختلفة يمكن ان تتوافق مع الفلسفة العلمية ما دامت هذه النظريات تقف على اسس مادية . وان تطور البحث العلمي الاختصاصي وحده هو الذي سيبين ايا من هذه النظريات هي الصحيحة، وأن البحث الفيزياوي وحده مثلا هو الذي يقرر مدى صحة استنتاجات النظرية النسبية او النظرية الكوانتية او نظرية المجال الموحد او نظرية الكون المتسع او اية نظرية اخرى تاتي في المستقبل .

الفيزياويون المعاصرون والفلسفة :

بسبب اقتصار « فلسفة الطبيعة » في العصور القديمة والوسطى على التاملات وحدها تقريبا ،

وعدم مماشاتها للتطور الذي بدا في علوم الطبيعة منذ عصر النهضة ، وظل يتسارع خلال الثورة الصناعية وحتى الان ، نشأ شعور لدى العديد من الفيزياويين وعلماء الطبيعة بعدم جدوى الفلسفة ، ودعا بعضهم الى نبذها كليا . وقد وصف هذا الوضع الفيزياوي الكبير هلمولتس في منتصف القرن التاسع عشر بقوله : « كان الفلاسفة يرمون علماء الطبيعة بضيق الافق ، وكان هؤلاء يرمون الفلاسفة بالسخف . وقد سعى علماء الطبيعة لان تكون بحوثهم خالية تماما من اي اثر فلسفي . وبالرغم من انهم علماء بارزون فقد تنكروا للفلسفة ، لا لأعتقادهم بعدم فائدتها وحسب ، بل لانهم اعتبروها احلاما واوهاما ضارة »(١)

غير ان هذا الموقف الوضعي التجريبي الذي اتخذه بعض علماء الطبيعة وقتذاك ، ويتخذه البعض الان ايضا ، والداعي الى الاستغناء عن الفلسفة ، خاطىء تماما ، ذلك لان كل انسان يتأثر في نشاطه العلمي والاجتماعي عموما بواحد او اكثر من الاتجاهات الفلسفية والفكرية تأثرا كثير التعقيد، سواء شعر هو بذلك ام لم يشعر . و « قد يعتقد علماء الطبيعة انهم يستطيعون ان يحرروا انفسهم من الفلسفة بتجاهلها ، او بازدرائها لكنهم اذ لا يستطيعون التقدم في عملهم دون تفكير ، ولهم في

التفكير قواعد خاصة ، ... ياخذونها من المحاضرات الفلسفية التي اجبروا على سماعها في الجامعات .. فليس من النادر ان يبقى هؤلاء عبيداً للفلسفة ، بل في الغالب لاسوأ انواعها . وان اولئك الذين يكيلون اكثر السباب للفلسفة هم بالضبط اولئك الذين تستعبدهم اتفه البقايا لاسوأ فلسفة »(٢)

تحسن الحال نسبيا خلال القرن العشرين . وقد اشار الى ذلك اينشتاين بقوله : « في بداية القرن العشرين لم يعن الا القليل من الفيزياويين بالتفكير الفلسفي ، اما الان فقد اصبح جميع الفيزياويين تقريبا فلاسفة ، ولو أن بعضهم قد اتخذ له فلسفة رديئة كالفلسفة الوضعية المنطقية »(٣) .

وقد اكد ابرز الفيزياويين المعاصرين على اهمية النظرة الفلسفية في توجيه البحث العلمي فقد قال ماكس بلانك بأن نظرة الباحث للعالم تحدد اتجاه بحثه . وقال لويس دي بروغلي بان الانفصال الذي حصل في القرن التاسععشر بين العلم والفلسفة الحق ضررا بالعلم والفلسفة على السواء ، اما ماكس بورن فقد ذهب الى ان الفيزياء لا تحافظ على حيويتها الا حينما تدرك المعنى الفلسفي لنتائجها واساليبها .

تنعت الفيزياء الحديثة احيانا بكونها « فيزياء ثورية » وهذا النعت مصيب تماما ، لان الفيزياء

الحديثة سببت تحولات عميقة في تصوراتنا عن بنية المادة وخواصها فصورة الطبيعة التي اتت بها الفيزياء الحديثة ، ومفاهيمها وقوانينها ، تستلزم تفسيرا فلسفيا جديدا وتعميمات فلسفية جديدة . وكثيرا ما تثير الفيزياء الحديثة مسائل فلسفية يتجاوز مداها حدود الفيزياء كالحتمية والسببية في النظرية الكوانتية ومسألة الفضاء والزمان واللانهاية في نظرية النسبية .

وقد اشار هايزنبرك الى الصعاب التي تواجه محاولة التوفيق بين المفاهيم الجديدة في الفيزياء والفلسفات القديمة فقال « يدرك المرء الصعوبة حالا حينما يحاول ضغط حقائق جديدة في نظام من المفاهيم الفلسفية القديمة ، او اذا استعملنا تعبيرا شعبيا قديما نقول : حينما يحاول المرء ان يصب خمرا جديدا في قرب عتيقة . فهذه المحاولات مزعجة دائما ، لانها تؤدي الى الانشغال وقضاء الوقت بترقيع الشقوق في القرب العتيقة ، بدل الابتهاج والاستمتاع بالخمر الجديد »(٤) . وكتب فايتسيكر « لقد طرحت الفيزياء الحديثة مسائل فلسفية من الصعوبة ان تجد لها حلا شافيا ضمن الانظمة الفلسفية المعروفة ، القديمة منها والراهنة »(٥) .

ان اهتمام كبار الفيزياويين بالفلسفة ، ومحاولتهم استنتاج التعميمات الفلسفية من

الاكتشافات الفيزياوية امر مفيد جدا وضروري جـدا

ولكن هل من الصواب النظر الى الافكـار الفلسفية التي يطرحها كبار الفيزياويين على انها صحيحة ، تتمتع بنفس صحة افكارهم الفيزياوية التي تثبتها التجارب المختبرية والطبيعية ؟.

في رأينا ان ذلك لا يجوز دائما وبدون تمعن ودراسة . فالافكار والتفسيرات الفلسفية التي يطرحها الفيزياويون لا تكـون دائمـا مستنتجة بالضرورة من البحوث والاكتشافات الفيزياوية ، ولا تمليها هذه الاكتشافات ، بل يكون الفيزياوي فيها متاثرا بهذه او تلك من الفلسفات والاتجاهات الفكرية السائدة في عصره والمجتمع الذي يعيش فيه . وهذا مما ادى الى ان يتخذ العديد من الفيزياويين اراء فلسفية متضاربة في تفسير نفس النظرية الفيزياوية. فمن الفيزياويين من ذهب في تفسيره للميكانيـك الكوانتي الى انكار السـببية في العالـم الصغير ، واعتبار الاحداث فيه تجري بصورة عشوائيـة ، ومنهم من لم ينكر السببية فيه ، واعتبر نكـران السببية نبذا للعلم والنظرة العلمية للعالم

ان نكران هايزنبرك وبوردان للسببية في العالم الصغير وتأثرهمـا العميق بالفلسفة الوضعيـة ، ومقولة اينتشتاين ان النظريات الفيزياوية ابـداع

حر لعقل الانسان ، كلها امثلة على ذلك ، وهي تؤكد قولنا ان هذه الاراء الفلسفية لا تمثل دائما وبالضرورة تعميمات لاكتشافاتهم الفيزياوية .

ان قولنا هذا لا ينال من القيمة العلمية لاي واحد من علماء الطبيعة في شيء . اننا نجل جميع العلماء اجلالا عظيما ، فكل واحد منهم منذ العصور القديمة حتى الان ، من ارخميدس وابن الهيثم ، فغاليليو ونيوتن ، حتى اينشتاين وهايزنبرك ، قد ساهم مساهمة لا تقدر بثمن في ايصال العلم الى مستواه الحالي ، وبدون جهودهم تلك لم يكن بالامكان الكلام عما نسميه اليوم بالنظرة العلمية للعالم .

ان عالم الطبيعة في بحثه العلمي الطبيعي لابد وان تسيطر عليه ذهنية مادية « تلقائية » يستوجبها البحث الطبيعي نفسه . غير ان هذه المادية التلقائية لا تعني ان للعالم فلسفة مادية في جميع المسائل وفي كل ما يطرح من افكار .

وقد ساهم العديد من علماء الطبيعة ، وفي كثير من الاحيان بدفع من هذه المادية التلقائية ، في دعم المادية الفلسفية (اينشتاين ، ماكس بورن) دون ان يقصدوا هم ذلك . كما شهد تاريخ حياة البعض منهم انتقالا من مواقع فلسفية مثالية الى مواقع مادية في بعض الاحيان (هايزنبرك) .

كانت الافكار الجديدة التي اتت بها الفيزياء الحديثة منطلقا للعديد من الفلاسفة المعادين للفلسفة العلمية ـ ولا سيما الوضعيين منهم ـ والفيزياويين المتاثرين بهؤلاء ، لتبرير وتمرير الافكار الغيبية واللاعلمية . وقد استغلت بصورة خاصة قوانين الميكانيك الكوانتي الاحصائية الاحتمالية للادعاء باللاحتمية في العالم الصغير ، والزعم بوجود ميدان في الطبيعة لا تخضع الظواهر فيه للقوانين السببية ، بل تسود هناك تلقائية عشوائية ، لا سببية مطلقة ، حيث ينشأ الجديد دون ان يكون له ارتباط بماضيه. كما استغلت علاقة اللادقة لهايزنبرك لهذا الغرض استغلالا شنيعا . وقد صور ماكس بورن تجربته الخاصة بهذا الصدد اذ روى : « ان بعض الناس يفرحون لرجوع الفيزياء عن الحتمية (الميكانيكية). اتذكر في الوقت الذي ظهرت فيه ابحاثي الاولى عن التفسير الاحصائي للميكانيك الكوانتي ، ان اتى الي رجل حاملا معه كتبا تبشيرية قدمها لي ، ظانا اني اصبحت مستعدا للرجوع للتعاليم الروحية»(٦).

ان الموقف المادي التلقائي المعارض للمثالية والوضعية ، الذي اتخذه العديد من الفيزياويين ، ساهم مساهمة كبيرة في مقاومة هذا الاتجاه الغيبي الظلامي والتغلب عليه . وهو يبين في نفس الوقت استحالة التوفيق بين علم الطبيعة والمعتقدات

الغيبية والسحر والاعاجيب . لقد قاوم بورن مثلا اساءة استغلال القوانين الاحصائية في الميكانيك الكوانتي من اجل تبرير الاعتقاد بالاعاجيب والقوى فوق الطبيعية ، وقال « لا استطيع الا ان اقول بأني لا اؤمن بخرق قوانين الطبيعة . اما كون هذه القوانين ذات طابع احصائي ، ولهذا فهي تسمح بحيود عن السلوك الاعتيادي ، فهذا ما يدفعني لان اوضح الامر بصورة ادق ان التشتت الاحصائي نفسه يخضع لقوانين معينة . اما المعجزات والاعاجيب الغيبية فهي من نوع اخر ، وتقع في مستوى اخر تماما ، والمقصود منها ان تبرهن على شيء يقع خارج نطاق البحث العلمي ، مثلا فعل الادعية والتعاويذ ، وتدخل قوى فوق الطبيعة لصالح بعض الناس او الشعوب او ضدها »(٧) .

الفصل الثاني

المادة في الفيزياء والفلسفة

تطور مفهوم المادة

كانت المادة تعرّف حتى زمن ليس بالبعيد بانها « كل شيء يشغل حيزا من الفراغ وله وزن » ، او انها كل شيء « ثقيل ، قصوري ، صلد لا يخترق يملأ حيزا من الفضاء » ومن الواضح أن تطور الفيزياء ولا سيما في القرن العشرين أبان ان هذا التضييق لمفهوم المادة ليس له ما يبرره ، وهو احد المعالم الرئيسية للمادية الميكانيكية التي كانت ، بسبب مستوى العلم حينذاك ، تساوي بين المادة واحد اشكالها. وربما كان من المفيد ان نأتي بصياغة نيوتن لهذه المسألة ، اذ كتب عام ١٧٠٤ في كتابه « البصريات » « يبدو ان الأله قد خلق المادة في البدء بهيئة دقائق صلبة ، متماسكة ، ثقيلة ، متحركة ، لا تخترق ، بحجوم واشكال وصفات تناسب الغايات التي خلقت لها ، وان هذه الدقائق الاولية هي لصلابتها اقوى بما لا يقاس من اية مادة مسامية مصنوعة منها ، وقوية بحيث انها لا تبلى ولا تتهشم ، وليست هناك قوة اعتيادية تستطيع تجزئة ما خلقه الاله في البدء واحدا »(١) . ومن الجلي ان هذه الاراء تمثل احياءا للمذهب الذري اليوناني .

بدات الصــورة الميكانيكية الضيقــة للمادة بالتصدع منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر، بتطور علم الكهربائية ، حيث دخل « المجال » الى جانب المادة (الميكانيكية) في تفسير ظواهر الطبيعة . ولكن رغم هذا التطور ، والتطــور الذي لحقه في القرن العشرين في الفيزياء الحديثة ، بقي مفهــوم « المادة » كما يستعمل في الفيزيــاء حتى اليوم في الغالب نفس المفهوم الميكانيكي القاصر الذي ذكرناه.

ان مفهوم المادة تعميم فلسفي عن خبرتنا عن الواقع الموضوعي ، ولا يرتبط بشكل معين للمادة او بنية معينــة لها ، اذ ان البحث في بنيــة المادة وخصائصها الفيزياوية والكيمياوية وغيرها هو مــن واجب العلوم الاختصاصية . غير ان مفهوم المــادة الفلسفي لا ينفصل عن المعارف العلمية الطبيعيــة حول بنية المادة وخواصها ، بل يرتبط بها ارتباطا وثيقا ، وان الفصل بينهما يعني فصل الفلســفة العلمية عن العلوم الاختصاصية ، وان نتائج بحــوث العلوم الاختصاصية يجب ان تكون القاعدة التــي تستند اليها التعميمات الفلسفية .

تطور مفهوم المادة بتطور معرفة الانسان عن محيطه على مر العصور .

فلم يكن مفهوم المادة متبلورا لدى فلاســفة

الصين والهند القدماء ، الا انهم كانوا يميلون الـى الاعتقاد بوجود الاشياء والظواهر في الطبيعة وجودا موضوعيا مستقلا عن الانسان ، وكانت هذه تتألف عندهم من عناصر قليلة (التراب ، الماء ، الهواء ، النار ، المعدن ، الخشب ،...)

وحاول الفلاسفة الاغريق القدماء (القـرن السادس قبل الميلاد) ارجـاع الانـواع المتعددة للاجسام الى عنصر اساسي واحد .

وفي المذهب الذرى الذي اقامـه لويكيب وديمقريط وطوره ابيقور ولوكريتس اصبح العنصر الاساسي دقائق مادية صغيرة جدا غير قابلة للتجزئة (الذرات) تختلف عن بعضها في الشكل والترتيب والمكان ، وهي ، بسبب عددها اللانهائي وارتباطاتها المختلفة فيما بينها ، تؤلف عـددا لا يحصى من الاشياء والعوالم

وكانت المادة عند ارسطو هي الاصل او الجوهر الذي تتكون منه جميع الاشياء ، ولا تحوز عـلى صفات ، بل هي امكانية تتحقق خلال اتحادهـا بالصورة (الشكل) ، وهي قصورية سلبية تحوز على صفاتها خلال الصورة ، وهي التي تبقى بعد تبدل الصفات

كانت المحاولة الاولى للتغلب على ثنائيـة

ارسطو ، المادة والصورة ، المادة والحركة ٬ هي التي قام بها ابيقور حيث ذهب الى ان الذرات متحركة بنفسها .

وقد اخذت الفلسفة المدرسية (السكولاستيكية) في اوربا في العصور الوسطى فكرة ارسطو عن المادة باعتبارها مجرد امكانية للوجود ، وحورتها لتلائم الاغراض الكنسية . وذهب ابن رشد الى ان الحركة كأمكانية موجودة بالمادة نفسها ، وانها ازلية ابدية كالمادة لا يمكن افناؤها . اما دانس سكوت فقد ذهب ابعد من ذلك قائلا ان الاله منح المادة قابلية التفكير .

يرتبط تطور مفهوم المادة بتطور العلوم الاختصاصية ، لا سيما الطبيعية منها ، وانفصالها التدريجي عن الفلسفة . ففي بداية العصور الحديثة عارض برونو وغاليليو وغيرهما ، الفلسفة السكولاستيكية معارضة واعية ، ودافعوا عن المذهب الذري . وذهب برونو الى ان المادة هي جوهر الحقيقة ، وانه يجب التمييز بين مفهوم المادة وانواعها المحسوسة .

اما بيكون فقد عارض فكرة ارسطو في انفصال المادة عن الصورة (الشكل) ودافع عن النظرية الذرية ، وذهب الى ان المادة والصورة والحركة تؤلف وحدة واحدة ، وان الحركة اهم صفات

المادة وتحوز المادة على صفات متعددة ، كمية ونوعية ، لا تتغير .

وقد طور ديكارت في فلسفته مبدءا ثنائيا ، حيث ذهب الى ان العالم يتألف من جوهر مادي واخر روحي ، وان اهم ميزة للمادة هي الامتداد ، وان المادةالممتدة تحوز علىامكانية لا نهائية للانقسام. وذهب الى ان حركة المادة هي تغيير المكان فقط ، تنتج من الفعل المتبادل (الدفع والاصطدام) بين الاجسام.

اما هوبز فقد انتقد ثنائية ديكارت وذهب الى ان التفكير لا ينفصل عن المادة المفكرة ، وان هناك جوهرا ماديا موحدا هو مصدر أفكارنا وتصوراتنا ، وهو مستقل عن هذه الافكار الا ان هوبز كان يساوي بين المادة والاجسام التي من صفاتها الامتداد ، بدون الحركة .

وذهب كاسندى الى ان المادة لا تفنى ولا تخلق ، واستنتج من هذا ان المادة لا يمكن ان تجزأ الى ما لا نهاية ، وعاد الى الفكرة الذرية ، ودافع عنها ورفض الفصل بين المادة والحركة ، وذهب الى ان المادة بهيئة الذرات تتحرك بذاتها .

واما سبينوزا فكان ينطلق في تفكيره من وجود جوهر مادي موحد ، لانهائي ، أزلي ، قائم بذاته ،

مستقل عن وعي الانسان ، وهو علة نفسه ، ولا يفنى ولا يخلق ، اما الفكر فليس له جوهر مستقل ، بل هو احد خواص المادة الى جانب الامتداد ، واما الحركة فهي ليست خاصية ملازمة للمادة ، بل تأتي من عوامل خارجية .

ازال لا يبنتز الفصل بين المادة والحركة ولكن على اساس مثالي . وكانت المونادات عنده ذرات روحية تتحرك بلا انقطاع ، اما المادة فكانت الجهة الاخرى من الروح .

واعطى الماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر (هولباخ ، هلفيتيوس) صفة حسية للمادة . فالمادة عندهم هي كل ما يؤثر على حواسنا . ومفهوم المادة هذا ابعد مدى من مفهوم الجوهر لدى ماديي القرنين السادس عشر والسابع عشر . الا ان مفهوم المادة بقي متأثرا بالميكانيك . وتبعا لمستوى العلم في ذلك العصر كان الماديون الفرنسيون يساوون بين المادة والصفت الذي كانوا يعتبرونه ذريا في تركيبه .

والصفت substance, Stoff هو المادة التثاقلية التي نصفها اليوم بأن لها كتلة سكونية rest mass ونحن نعرف الان ان الصفت ليس الشكل الوحيد لظهور المادة ، وان الدقائق الصفتية المتضادة (الالكترونات والبوزترونات مثلا)

تتحول باتحادها مع بعضها في عملية «الافناء الزوجي» الى اشعاع ليس له كتلة سكونية :

$$e^- + e^+ \longrightarrow 2\gamma$$

كما انها يمكن ان تتولد في ظروف معينة من الاشعاع ذي الطاقة العالية الكافية في عملية « التولد الزوجي » :

$$\gamma \longrightarrow e^- + e^+$$

ونعرف الان ايضا ان هذه الدقائق تتمتع بخواص موجية اضافة الى خواصها الدقائقية الصفتية .

كان فويرباخ ايضا يفهم من المادة نوعها الصفتي ولم يتمكن من تقديم تعريف شامل لهذا المفهوم . غير انه دافع عن وجود الطبيعة وجودا موضوعيا مستقلا عن الانسان ، وعن اولوية المادة بالنسبة للوعي .

اما المادية الجدلية فتذهب الى ان الصفة العامة التي تحوزها جميع الاشياء والظواهر المادية هي كونها واقعا موضوعيا يوجد خارج وعينا فالمادة هي الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج وعي الانسان ومستقلا عنه . وينتج من هذا ان مفهوم المادة الفلسفي لا يرتبط بشكل معين من اشكال وجودها المحسوسة ، وان المادة تؤلف الواقع

الموضوعي الوحيد، وانه لا يوجد خارج وعينا الا اشيئا وظواهر ذات طبيعة مادية . والمادة هنا لا توجد كـ « جوهر » مستقل ، جامد ميتافيزيقي ، بل توجد باشكال متعددة تختلف عن بعضها نوعيا في درجة تطورها . ولذلك لا توجد مادة لذاتها مستقلة عن الاشياء والظواهر المادية .

ترتبط بمفهوم المادة الفلسفي هذا مسألتان : الاولى عن اصل معرفتنا ، وتجيب عليها المادية الجدلية ، بأن مصدر معرفتنا هو الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج وعينا ومستقلا عنه ، ويمكننا معرفته . غير ان هذا القول لا يجيب على سؤال كيف تجرى المعرفة ؟ فهذه مهمة معقدة تنتظر الحل. اما المسألة الثانية فهي عن بنية المادة وخواصها ، وتجيب عليها العلوم الاختصاصية كالفيزياء والكيمياء وغيرهما .

ترتبط جميع الاشياء والظواهر في الطبيعة ببعضها خلال ماديتها . هذه الرابطة المادية الموحدة للعالم ، وحدة العالم المادية ، هي رابطة موضوعية عالمية تمتد ، حسب مستوى العلم الراهن ، من الدقائق الاولية عبر الذرات والجزيئات الى الخلايا الحية والكائنات الحية الراقية والانسان والمجتمع .

ان الارتباط المادي العالمي الموحد لكل الاشياء

والظواهر في الطبيعة لا يوجد الا كارتباط تفاعلي وتطوري عام غير محدود زمانيا او مكانيا . والمادة الموحدة لا توجد الا في التعدد اللانهائي ، الذي لا يستنفد ، للاشكال المتحركة المتغيرة ، المتطورة ، المتداخلة ، التي تظهر بها . والمادة لا تفنى ولا تستحدث . وان الصفت والاشعاع ، الصفت والمجال تتحول الى بعضها . وحسب قانون الحفظ لا تتحول اية دقيقة من الدقائق الى « لا شيء » في اية عملية فيزياوية او كيمياوية ، كما انه لا يمكن خلق اية دقيقة من « لا شيء » او من « خارج الطبيعة » .

ان الارتباط المادي لكل ظواهر الواقع الموضوعي ، من الدقائق الاولية الى الاجرام السماوية ، ومن الخلايا المفردة الى المجتمع والوعي الانساني ، يتضح كنتيجة لحركة المادة وتطورها بلا انقطاع ، كعملية انتقال من حالة نوعية الى اخرى اعلى منها ذات صفات وخواص جديدة . ولا يمكن فصل الحركة عن المادة ، فالحركة هي شكل وجود المادة ، خاصيتها الملازمة لها .

برزت الاهمية النهجية لمفهوم المادة الفلسفي واضحة في تطور الفيزياء في نهاية القرن التاسع عشر واوائل القرن العشرين . فحيث كانت القاعدة الفلسفية التي تقوم عليها الفيزياء حتى ذلك الوقت هي المادية الميكانيكية في الغالب ، طرحت الاكتشافات

الفيزياوية الجديدة (الفناء الزوجي للالكترون والبوزترون ، « نقص الكتلة » في التفاعلات النووية ، ...) مسألة اختفاء المادة او فنائها على بساط البحث . ان الجذر المعرفي لهذه المسألة هو تصور المادة وكأنها مرتبطة بالخواص الصفتية : عدم تجزئة الذرات ، عدم اختراقها ، ثبات الكتلة . الا ان اختفاء المادة هنا لا يعني سوى اختفاء حدود معرفتنا السابقة عن المادة ، اختفاء تلك الصفات من المادة التي اعتبرت مطلقة وغير قابلة للتغير ، والتي ظهر اخيرا انها نسبية ، حالات خاصة للمادة .

المجال

هو حالة الفضاء الفيزياوية التي تنشأ عن وجود الكتل والاقطاب المغناطيسية والشحن والتيارات الكهربائية ، ويعرف بتاثيراته . والمجال كالصفت ، شكل من اشكال ظهور المادة .

الانواع المعروفة الان من المجالات هي : المجال الجاذبي والكهربائي والمغناطيسي . وقد اتي بالمجال الميزوني لتفسير القوى النووية .

تنطلق نظرية ماكسويل من ان القوى الكهرمغناطيسية لا تستند في عملها على « الفعل عن بعد » ، بل على « الفعل عن قرب » نتيجة لنشوء

مجالات كهرمغناطيسية . وكانت تلك خطوة جبارة في تقدم الفيزياء .

كانت فكرة المجال حتى مطلع القرن العشرين مثقلة بفكرة « حامل المجال » . وتبعا لتصورات القرن التاسع عشر الميكانيكية كان هذا الحامل وسطا ماديا ، اسندت اليه خواص متناقضة لتفسير العديدمن ظواهر الطبيعة ، كالقوى والامواج الكهرمغناطيسية ، وعدم عرقلة الاجرام السماوية في حركتها ، اضافة الى سكونه المطلق — وكان هذا هو الاثير . غير ان نظرية النسبية طرحت هذا الاثير — الحامل المادي للمجال — جانبا بنفيها وجود مرجع ساكن سكونا مطلقا في الكون .

حاول بعض الفيزياويين جعل المجال شكلا وحيدا لوجود المادة ، والنظر الى الدقائق والاجسام، الصفت ، كنقاط عقدية للمجال ، حيث تكون فيها كثافة المجال عالية جدا وقد كان اينشتاين حتى اواخر ايامه يسعى الى وضع نظرية عامة عن المجالات ترمي الى الربط بين جميع انواعها ، ويكون المجال فيها اوليا مقابل الدقائق ، بحيث تشتق هذه منه ، محاولا التغلب على ثنائية الدقيقة — المجال . غير انه لم ينجح في مسعاه . ومن الناحية الفلسفية تشبه هذه الفكرة فكرة ارجاع جميع انواع المادة والاجسام

في الطبيعة الى مادة اولية واحدة . وبنفس الاتجاه كانت محاولات هايزنبرك ، ولم ينجح ايضا . وقد يكون من المفيد هنا ان نقرأ رأي هايزنبرك بهذا الخصوص ، اذ قال في محاضرة له عام ١٩٤٨ :
« من المعقول جدا ان نتمكن في المستقبل القريب من كتابة معادلة واحدة نستنبط منها خصائص المادة عموما . فاذا نجحنا في ذلك حقا ... فسنفهم اولا وحدة المادة كلها بنفس المعنى الذي استعمله الاغريق . فالمادة كلها تتركب من نفس الجوهر ، من الطاقة التي تعبر عن نفسها باشكال مختلفة »(٢) . بهذه الكلمات يعبر هايزنبرك عن تفاؤله العظيم في امكان كشف العالم وايمانه العميق بمقدرة العقل الانساني على ذلك ، كما يعبر عن ايمانه بوحدة العالم المادية ولو بشكلها اليوناني القديم ، وهو يستخدم تعبير « الطاقة » بمعنى المجالات التي تحمل الطاقة ، وهو استخدام شائع عند الفيزياويين .

في مسالة العلاقة بين مفهوم المجال ومفهوم المادة يقع بعض الفيزياويين والفلاسفة في خطأ جراء تضييقهم مفهوم المادة ، واختزالهم لها بحيث تعني المادة المتثاقلة ، الصفت ، فقط .

ان المجال ليس بالكيان الخاص القائم بجانب المادة ، وليس هو باصل المادة ، بل هو شكل لظهور المادة ، لانه يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه .

الكتلـة

الكتلة خاصية عامة للمادة ، تظهر بشكلين مختلفين

أ ــ كتلة قصورية inertial (كل جسم يقاوم تغيير حركته) .

ب ــ كتلـة تثاقلية gravitational (كل جسم يحوز على خاصية التجاذب مع الاجسام الاخرى)

ان تكافؤ او تساوي الكتلـة القصورية مع الكتلة التثاقلية ، كما تثبته التجارب ، لم يجد له تبريرا الا في نظرية النسبية العامة .

يؤدي الخلط بين مفاهيم الكتلة والصفت والمادة الى اخطاء معرفية كبيرة . فالكتلة ليست مقدار الصفت ، ولا عدد الجزيئات المحتواة في الجسم ، بل تعني ما ذكرناه من خاصية المادة .

من التعابير الخاطئة الشائعة التعبير القائل ان « الكتلة تتحول الى طاقة » . ومنشأ هذا الخطأ تفسير خاطيء لمعادلة اينشتاين $E = mc^2$ يعتمد على مساواة مفهومي « الكتلة » و « الطاقة ».

فهذه المعادلة التي اشتقت نظريا وثبتت تجريبا تنص على ان كمية من الصفت تكافيء كمية من الطاقة وبين كتلة الصفت والطاقة علاقة كمية ثابتة . فأن تحول الصفت الى اشعاع مثلا (كما في « الفناء الزوجي ») فالكتلة تبقى ثابتة محافظا عليها ، لان

لكل اشعاع كتلة $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$

ويجب ان ننوه هنا الى ان الكتلة لا يشترط بها ان تكون سكونية بالضرورة ، ككتلة الجسم الساكن على المنضدة مثلا ، بل هناك كتلة مصاحبة لكل حركة ، تتبين من معادلة اينشتاين المذكورة انفا ، حتى للدقائق التي ليس لها كتلة سكونية ، كالفوتون والنيوترينو

وحتى في ما يسمى ب « نقص الكتلة » mass defect ، اي في حقيقة ان الكتلة السكونية لنواة الذرة (مثلا نواة الهيليوم) اصغر من مجموع الكتل السكونية لمكوناتها (البروتونات والنيوترونات) ، لا تختفي الكتلة نهائيا . فالفرق المذكور في الكتلة يرتبط بطاقة الاشعاع الذي يطلق عند بناء النواة من احجارها الاساسية تلك . والطاقة المشعة في هذه الحالة تساوي ما يسمى ب « طاقة الربط » binding energy . وتبعا لمعادلة

اينشتاين يمثل اشعاع الطاقة نقصانا في كتلة الجسم المشـع

لهذا فمن الخطأ تفسير معادلة اينشتاين كما لو كانت الكتلة شكلا للطاقة. فالكتلة والطاقة صفتان فيزياويتان لكل اشكال المادة ، تختلفان عن بعضهما ولكنهما ترتبطان ببعضهما بالعلاقة الكمية التـي تبينها معادلة اينشتاين . ولهـــذا فلا المادة ، ولا الكتلة ، تتحول الى طاقة ، بل ان شكلا فيزياويـا لظهور المادة ، اي الصفت ، يتحول الى شكل اخـر (اشعاع ، مجال) ، اي ان المادة تتحول من حالة نوعية الى اخرى مع حفظ خاصيتيها الفيزياويتين الاساسيتين : الكتلة والطاقة . واذا نحن نظرنا الى الابعاد الفيزياوية (وحدات الكميات الفيزياويـة) يتضح لدينا ان ليس من الممكن تحول الكتلة الـى طاقة ، او بالعكس . وفي جميع عمليات التحـول يبقى البعد الفيزياوي لاي من هذه إلكميات هو هو.

وقد تبين من نظرية النسبية الخاصة ان كتلة الجسم ليست كمية ثابتة مطلقة ، بل تتغير بتغير سرعته حسب المعادلة التالية :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

حيث تعني m كتلة الجسم في اية سرعة v
و m_0 كتلته السكونية و c سرعة الضوء ،

اي ان الكتلة تزداد بزيادة السرعة . وقد ثبتت صحة هذه العلاقة تجربيا في جميع المجالات .

الدقائق الاولية : elementary particles

هي اصغر عناصر بنية المادة ، حسب مستوى العلم الراهن .

كانت الفلسفة والعلوم الاختصاصية منذ اقدم العصور تسعى لاكتشاف « الاحجار » الاخيرة الصغرى الداخلة في بناء المادة ، وقد وجد هذا الاتجاه له تعبيرا في تاريخ العلم في المذهب الذرى الذي اقامه الفلاسفة الماديون اليونانيون ، وبعث من جديد في بداية العصر الحديث على يد كاسندى. وكانت الخواص التي اعطاها الذريون للدقائق المادية الصغرى هي الصلابة والثبات وعدم قابلية التجزئة. وكان التطور اللاحق في علوم الطبيعة ، خاصة الكيمياء ، حتى نهاية القرن التاسع عشر يؤيد هذه النظرة غير ان الاكتشافات التي حققتها علوم الطبيعة ، ولاسيما الفيزياء منذ ذلك الوقت حتى الان (النشاط الاشعاعي ، الالكترون ، نواة الذرة ، البروتون ، النيوترون ، البوزترون والدقائق المضادة الاخرى . . . .) ابانت ان الذرات الكيمياوية التي نعرفها الان لم تكن بالذرات التي عناها الذريون

القدماء ، بل هي بنى معقـــدة تظهـر بها المادة .
واصبحت الدقائق المكتشفة تسمى (دقائق اولية)
لتمييزها عن الذرات . لهذا فمفهوم « الدقائـق
الاولية » ليس بالمفهوم الفلسفي الذي عناه الذريون
القدماء انما هو تعبير علمي اختصاصي فيزياوي .

بدأ اكتشـاف « الدقائق المضادة » بالبوزترون
الذي تنبأ بوجوده نظريا ديـــراك Dirac
(١٩٢٨) واكتشفه اندرسون Anderson
عمليا في المختبر (١٩٣٢) بين مكونات الاشـــعة
الكونية وتوالت بعد ذلك اكتشافـات الدقائـق
المضادة وتتشابه الدقائق المضادة مع الدقائـق
« الاعتيادية » في كل شيء (الكتلة ، مقدار الشحنة ،
مقدار العزم المغناطيسي ،) عدا نوع الشحنة
واتجاه « السبين » Spin . وقد تبين انه توجد
لاغلبية الدقائق الاولية دقائـــق مضادة . ومن
الحقائق الفيزياوية المعروفة ، انه اذا التقت الدقائق
وضديداتها فانهما يتحولان الى دقائـق اخرى او
اشعاع .

« الدقائق المضادة » و « المادة المضادة » هي
بالمعنى الفلسفي مادة ايضا ، لانها تمثل واقعـــا
موضوعيا يوجد خارج الوعـــي ومســتقلا عنه ،
كالدقائق الاعتيادية تماما . ويصح نفس الحكم على
تعبير « العالم المضاد » . فانطلاقا من وجود الدقائق

المضادة بخواصها المعروفة نشأ اعتقاد لدى البعض ان من المحتمل ان تكون هذه احجارا لانظمة كونية اخرى ، بنفس المعنى الذي تكون به الدقائق الاعتيادية احجارا لنظامنا الشمسي مثلا . ان كلمة « مضاد » هنا لا تعني سوى الخواص الفيزياوية المنوه عنها انفا مع نتائجها البنيوية التناظرية .

تختلف الدقائق الاولية فيما بينها في الكتلة السكونية والشحنة والسبين والعمر النصفي وخواص كوانتية اخرى ، وتصنف الى لبتونات وميزونات وباريونات

ان مسألة ما اذا كانت الدقائق المكروسكوبية الصغرى المذكورة هي الدقائق الاولية « الحقيقية » قد ازدادت تعقيدا بأكتشاف الريزونانسات resonances وقد اكتشف عدد كبير من الدقائق الاولية يزيد على عدد العناصر الكيمياوية . ومن دراسة هذه الدقائق وتفاعلاتها وتصنيفها يتضح ان « اولية » هذه الدقائق نسبية ، اي ان الدقائق تسلك سلوكا متباينا اعتمادا على طاقتها وتبعا لهايزنبرك لا يوجد اي معيار يمكن الاستعانة به للتمييز بين الدقائق الاولية والدقائق المركبة . ومن الفرضيات التي اتخذها في محاولته بناء نظرية المجال الموحد هي ان جميع الدقائق الاولية بنى مركبة .

وبناء على ذلك لا يمكن الاجابة جوابا حاسما في اطار المعلومات التجريبية والنظرية الراهنة على سؤال : ماذا تعني « الاولية » الحقيقية ؟. وان ذلك يستلزم المزيد من البحث في فيزياء الدقائق الاولية . وليس من المستبعد ان لا توجد « اولية » مطلقة .

من الخصائص المميزة للدقائق الاولية قابليتها على التحول . فدقائق نوع واحد يمكنها ان تتحول الى دقائق من نوع اخــــر في « العمليات الاولية » وتخضع هذه العمليات الاولية لقوانين حفظ معينة ، اضافة لقوانين الحفظ المعروفة في الفيزياءالكلاسيكية (حفظ الطاقة ، حفظ الزخــــم ....) . وهذه القوانين تسمح ببعض الانواع من التحولات ، وتمنع اخرى . وفي قابلية تحول الدقائق الاولية هذه تبرز احدى الصفات الاساسية للمادة المتحركة ، وهي امكان تحول شكل معين للمادة الى شكل اخر يختلف عنه نوعيا

كان اكتشاف الدقائق الاولية خطوة مهمة في طريق المعرفة المتعمقة ابدا ،والبحث الذي يستهدف الكشف عن بنية المادة . وهو في نفس الوقت تأكيد لمقولة ان المادة لا تستنفد دراستها ولا تنتهي عملية معرفتها .

الفصل الثالث

بعض الروابط الموضوعية المتعلقة بالفيزياء

القانــون

القانون رابطة موضوعية، ضرورية، جوهرية، عامة ، بين الاشياء والعمليات والاحداث في الطبيعة والمجتمع والفكر ، تعاد تحت نفس الظـروف . والقوانين العلمية هي انعكاسات فكرية للقوانـــين الموضوعية في وعي الناس .

يجب التفريق بين القانون بمعناه الفلسـفي الذي نبحثه هنا ، والقانون « الحقوقي » الـذي يمثل تشريعات تصدرها احدى السلطات وتشتمل على حقوق وواجبات ، وتحريـــم وتحليل ...، وتضمن فعله ومراقبة تنفيذه اجهزة معينة . كذلك لا يدخل في هذا التعريف القانون « الرياضي » الذي يبرهن عليه انطلاقا من بعض المسلمات . ولا القوانين (القواعد) « الاخلاقية » وامثالها .

تنكر المثالية الذاتية الوجود الموضوعي للروابط الضرورية القانونية في الطبيعة والمجتمع وتستخلص فكرة القانون على اساس ذاتي . فتبعا لهيوم ينشأ تصور القانون من عادة الناس في ان ينظروا للظواهر التي تتبع الواحدة الاخرى تكرارا باعتبارها مرتبطة

بعضها ارتباطا ضروريا . وتبعا لكانت لا توجد القوانين وجودا موضوعيا في الاشياء ذاتها ، بل في علاقتها بالذات المدركة ، اما مصدر قوانين الطبيعة فهو عقل الانسان الذي يرتب الظواهر المتعددة بالاستعانة بمقولات قبلية مستقلة عن اية خبرة عملية . فالعقل يخلق قوانينه لا بالاعتماد على الطبيعة ، بل هو يمليها عليها .

اما المثالية الموضوعية فلا تنكر الوجود الموضوعي للقوانين ، الا انها تستخلصها من مبدأ فكري ، روحي ، خارج عن العالم . ويبرز ذلك في افكار هيجل . فالطبيعة والمجتمع عنده مراحل تطور « الفكرة المطلقة » ، اما القوانين فهي قوانين تطور الفكرة المطلقة

واما المادية فتنظر الى القوانين كروابط موضوعية بين الاشياء والعمليات في العالم. فالماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر كانوا يؤكدون على ان قوانين الطبيعة تظهر في العلاقات المتبادلة بين الاشياء والاحداث ، وهي تمثل علاقات ضرورية وجوهرية بينها . وتبعا لهولباخ تتحرك الذرات حسب قوانين داخلية ، وخواصها الفيزياوية هي القصور الذاتي والتجاذب والتنافر . غير ان المادية الميكانيكية جعلت قوانين الميكانيك مطلقة ، تختزل اليها جميع قوانين الطبيعة   اما فويرباخ فلم

يستطيع التغلب على هذه النظرة الضيقةللقوانين، غير انه ذهب الى انها روابط موضوعية وضرورية وعامة وقابلة للكشف والتعرف عليها

وفي علم الاجتماع البرجوازي يقتصر مفهوم « القانون » عادة على الطبيعة فقط وينفي وجود « القانون الاجتماعي » او يعتبر مرحلة سابقة للعلم.

الصفة الموضوعية للقانون تعني ان القانون يعمل مستقلا عن وعي الناس ورغباتهم واهدافهم وان الرابطة القانونية لا يمكن ان يخلقها الانسان او يلغيها اعتباطيا

ان كشف القوانين العلمية هو من اهم اهداف البحث العلمي ، ومعرفة هذه القوانين شرط لتفسير الظواهر المعروفة ، والتنبؤ عن الاحداث المقبلة . ولا يصبح النشاط الانساني الهادف ممكنا الا اذا استطعنا التنبؤ بنتائج هذا النشاط ، ولو بصورة تقريبية احيانا ،بمعونة القوانين العلمية ، او — في حالة عدم معرفة تلك القوانين — باستنادنا الى خبرة عملية كافية .

تمثل القوانين الفيزياوية صورة للقوانين الموضوعية للطبيعة ، يعبر عنها رياضيا بواسطة متغيرات وثوابت ، وتقع في اطار نظري معين . وكل قانون يؤلف جزءا من نظرية فيزياوية . ولكل نظرية

منطلقات فلسفية تكون خافية في تضاعيفها ، اذ لا يشار اليها عادة عند بناء النظرية .

في جميع القوانين الفيزياوية ، والعلمية عموما، يجرى «تصوبر» علاقات الاشياء والعمليات المادية ، أي العلاقات التي توجد خارج وعي الانسان ومستقلة عنه . وبما ان المادية الفلسفية تتضمن الاعتراف بالاشياء والعمليات المادية وعلاقاتها وامكان « تصويرها » في وعي الانسان ، تصبح المادية الفلسفية المنطلق الفلسفي لجميع النظريات الفيزياوية .

القوانين الديناميكية والاحصائية

تنقسم القوانين ، تبعا لما اذا كانت الرابطة قائمة بين اشياء وظواهر مفردة او متعددة الى نوعين: الديناميكية والاحصائية .

يفهم من القانون الديناميكي ذلك القانون الذي يحكم حركة اجسام او مجالات مفردة ، دون اعتبار لبنيتها او تفاعلاتها الداخلية . مثال ذلك قانون سقوط الاجسام في الفراغ . ومن اهم معالم القانون الديناميكي هو ان حالة الجسم النهائية يمكن ان تحدد بمعرفة حالته الاولية والظروف الخارجية المحيطة به . فاذا عرف موضع جسم من الاجسام

وزخمه والقوى المؤثرة عليه في البداية ، امكن حساب موضع الجسم بعد اي زمن حسب قوانين الميكانيك الكلاسيكي . ان هذا يفترض طبعا ان اسباب الانحراف البسيط عن الموضع المحسوب ، مثلا الاحتكاك ومقاومة الهواء وغيرها ، يمكن اهمالها ، وتعتبر هذه الانحرافات صدفية واسبابها غير جوهرية بالمقارنة مع الرابطة الجوهرية التي يجسدها القانون . والحقول التي تعمل فيها القوانين الديناميكية هي : الميكانيك الكلاسيكي غير النسبي والميكانيك النسبي والحرارة (الظواهرية) والالكتروديناميك (قوانين ماكسويل) .

ويفهم من القوانين الاحصائية تلك القوانين التي تحكم حركات وظواهر مجموعة كبيرة من الدقائق والاجسام ويفترض هنا : (١) عدد كبير من الاجسام في المنظومة تحت الدراسة (٢) وجود توزيع (احصاء) معين لاجسام المجموعة (مثلا حسب سرعتها وطاقتها في الفيزياء) مثال ذلك قوانين الغازات (بولتزمان) وقوانين تفسخ العناصر المشعة في الفيزياء وقوانين مندل في الوراثة . اما الحقول التي تعمل فيها القوانين الاحصائية في الفيزياء فهي الثرموديناميك الاحصائي (الاحصاء الكلاسيكي) والميكانيك الكوانتي ، والاحصاء الكوانتي والالكتروديناميك الكوانتي ونظرية المجال الكوانتية .

يمكن تقسيم القوانين الاحصائية الى نوعين :

(١) النوع الاول يتعلق بصفات تنسب لمجموعة من الاجسام (السستم) ولا يمكن ان يتصف بهـا الجسم المفرد ، وليس هناك معنى من نسبة تلك الصفات اليه . مثال ذلك درجة الحرارة . فالجزيء الواحد ليس له درجة حرارة ، ولا يمكن الكلام عن درجة الحرارة الا لمجموعة كبيرة من الجزيئات كما في الغاز مثلا فدرجة الحرارة هنا مقياس لما يحتويه الغاز من طاقة . ويصح نفس الشيء على ضغط الغاز والنظرية الاحصائية للحرارة تتعامل مع هذا النوع من القوانين .

٢) النوع الثاني يتعلق بصفات يمكن ان تحوزها الاجسام المفردة بأحتمالات مختلفة ، وتأخذ بالنسبة للمجموع شكل معدل ، مثلا معدل طاقة جزيئات الغاز ، معدل المسافة الحرة للجزيء ، معدل بعد الالكترون عن النواة ، معدل عمر الانسان في ظروف اجتماعية وطبيعية معينة ، قوانين مندل في توزيع الصفات الوراثية .

الميكانيك الكوانتي والتفسير الاحصائي للدالة الموجية Ψ

الميكانيك الكوانتي نظرية احصائية لتفسير الاحداث في العالم الصغير .

جميع الجهود التي بذلت من اجل اعطاء معنى فيزياوي مباشر للدالة ψ ذهب سدى . فالدالة ψ ليست مقدارا فيزياويا يقاس ، وهي على العموم ليست دالة في فضاء ثلاثي الابعاد ، بل في فضاء تركيبي كثير الابعاد . ان التفسير الوحيد للدالة ψ والذي حاز على قبول الفيزياويين هو التفسير الاحصائي الذي قدمه ماكس بورن عام ١٩٢٧ حيث تكون $|\psi|^2$ مقياسا لاحتمال وجود دقيقة مكرسكوبية في موضع معين ، او اكتسابها صفة معينة او حدوث تفاعل دقائقي معين

ينشأ هنا السؤال التالي هل يمكن لحركة الدقيقة المفردة ان تضبط بقانون ؟ لا يمكن ذلك في اطار الميكانيك الكوانتي الحالي ، وذلك ناشيء من طبيعة هذه النظرية . فالميكانيك الكوانتي لا يقدم عن الاجسام المكرسكوبية الا الاحتمالات

من المفيد ان نورد هنا اراء بعض العلماء عن الدالة الموجية ψ

يذهب هايزنبرك الى ان الدالة ψ لا تتضمن شيئا عن جريان الاحداث المكرسكوبية الحاصلة بين قياسين .

ويذهب ترلتسكي الى ان الدالة ψ لا تصف حركة جسم مكرسكوبي واحد مفرد ، بل مجموعة من الاجسام المكرسكوبية .

ويرى بلوخنتسيف أن علاقة اللادقة ، كما يتضح من اشتقاقها ، تخص مجموعة من الدقائق لا دقيقة مفردة .

ويرى اينشتاين ان الدالة ψ لا تقدم وصفا كاملا لدقيقة مفردة ، وانما لمجموعة من الدقائق بطريقة احصائية ، وان الاحصاء لا يمكن ان يعتبر حلا نهائيا لحركة الدقيقة .

علاقة القوانين الديناميكية بالقوانين الاحصائية

يكون الجسم في القانون الديناميكي بصورة عامة اوليا عديم البنية ، بينما هو في القانون الاحصائي سستم تقوم بين مكوناته علاقات معقدة .

وهنا يجب التمييز بين الحقول التي يعمل فيها كل نوع من القوانين . فالقوانين الديناميكية والقوانين الاحصائية تختلف عن بعضها حينما تعبر عن اشكال مختلفة من حركة المادة ، الا انه من الممكن اقامة علاقة بين النوعين .

فالهواء مثلا يخضع لقانون الغاز اذا اردنا التحدث عن حالته (الضغط والحجم ودرجة الحرارة) . هذا القانون عند تطبيقه على كل الهواء في الوعاء الذي يحتويه هو من النوع الديناميكي . فعند معرفة الحالة الاولية للهواء والظروف الخارجية التي تؤثر فيه ، يمكن معرفة حالته النهائية . ان قانون الغاز هذا الذي ايدته التجارب تماما يمكن اشتقاقه نظريا بوسائل الثرموديناميك الاحصائي . غير ان هذا القانون لا يقول شيئا محددا عن سلوك جزيء واحد معين ابدا ، انما يرتبط سلوك هذا الجزيء بالقانون العام للغاز بعلاقة الاحتمال ، رغم ان كل جزيء من جزيئات الغاز يخضع في مساره واصطداماته لقوانين ديناميكية ينتج من هذا ان قانون الغاز قانون ديناميكي بالنسبة لكتلة الغاز ، وقانون احصائي بالنسبة للجزيء الواحد منه .

والميكانيك الكوانتي يقدم للمجموعة الكبيرة من الدقائق قوانين ديناميكية (خطوط طيفية ، اواصر كيمياوية ، مقطع تفاعلي لتجارب الاصطدام والتشتت ، الخ) يمكن التحقق منها بالمختبر . غير ان قوانين الميكانيك الكوانتي لا تنطوي الا على معلومات احتمالية عن حركة الدقائق المفردة . لهذا فهي ذات صفة ديناميكية بالنسبة للمجموعة ، واحصائية بالنسبة للدقيقة المفردة .

وبصورة عامة يكون قانون السستم ديناميكية بالنسبة للسستم كله ، واحصائيا بالنسبة للعنصر المفرد من العناصر التي يتكون منها

هناك فرق جوهري بين قوانين الميكانيك الاحصائي الكلاسيكي وقوانين الميكانيك الكوانتي فاذا كان يفترض مبدئيا عند اشتقاق القوانين الاحصائية للميكانيك الكلاسيكي ان كل دقيقة من الدقائق تخضع لقانون ديناميكي ، ينتفي هذا الافتراض في الميكانيك الكوانتي ففي بناء الميكانيك الكوانتي يسلم المرء مقدما بانه لا يوجد ضمن هذا الميكانيك قانون ديناميكي يحكم حركة الدقيقة المفرده ، بل توجد احتمالات فقط عن حركة هذه الدقيقة

ويجب ان يؤكد ان اشتقاق القوانين الاحصائية في الميكانيك الاحصائي الكلاسيكي لا يمكن ان يتم الا بالاعتماد على نظرية الاحتمال وهذا يعني ان الصدفة تلعب هنا دورا اساسيا وفي الميكانيك الكوانتي ايضا وبسبب صفته الاحصائية ، تلعب الصدفة منذ البداية دورا اساسيا. والاحتمال الذي ينطوي عليه القانون الاحصائي يعني بالنسبة للدقيقة المفرده ان امكانية واحدة من عدة امكانيات تتحقق بالصدفة ، وهذه الامكانية المتحققة بالصدفة تؤلف جزءا من حالة المجموعة النهائية التي يحددها هذا

القانون ولكن اية واحدة من الامكانيات العديدة هي التي ستتحقق ؟ ذلك يعتمد على الظروف المعقدة التي تتحرك فيها الدقيقة . ان الانتقال من الامكانية الى الواقع (او من القوة الى الفعل ـ كما يقـول التعبير الفلسفي العربي القديم) لا يحدث بدون سبب كما يدعي البعض ، بل يجري حسب مبدأ السببية ، وان سبب الانتقال يقع ضمن الظروف المعقدة التي تكتنف حركة الدقيقة . ومن الجهـة الاخرى يقدم القانون الديناميكي للدقيقة امكانيـة واحدة فقط هي التي تتحقق . هنا تتطابق الامكانية مع الواقع

يذهب بعض الفيزياويين الى ان جميع قوانين الطبيعة هي قوانين احتمالية احصائية ، وان القوانين الاحصائية تمثل النموذج الاساسي الاعم للقوانين . وبهذا يكون القانون الديناميكي حالة خاصة حدية لا يصلح الا للعمليات في العالم الكبير فالفيزياوي النمساوي اكسنر F. Exner يرى ان « ليس هناك ما يمنعنا من النظر الى ما يسمى بالقوانـين الديناميكية كحالات حدية مثلى تسير نحوها القوانين الاحصائية الحقيقية بأعلى درجات الاحتمال »(١) . وذهب ماكس بورن الى نفس الراي اذ قال : «تتطور الفيزياء الان باتجاه ان تصبح في الجوهر علمـا احصائيا »(٢) . وعلى النقيض من هذا يعتقد بعض

آخر ان القوانين الاحصائية لا تعـدو عن كونها تعبيرا عن جهلنا ويجب ان ترجع الى قوانين ديناميكية او تشتق منها . فبلانك مثلا يقول :« بينما يوفي القانون الديناميكي بمطلب السببية ، ويكتسب بهذا صفة البساطة ، يمثل كل قانون احصائي مركبا لا يستطيع المرء الوقوف عنده والاكتفاء به ، لانه يحمل في ثناياه مشكلة ارجاعه الى عناصره الديناميكية البسيطة»(٢)

يحاول البعض الاخر البحث عن«عوامل خافية» في الظواهر الاحصائية يمكن بواسطتها ابدال القوانين الاحصائية بأخرى ديناميكية ، وجعل التنبؤ حول حركة الدقيقة المفردة ممكنا وقد تساءل بورن مرة فيما اذا كانت هناك عوامل لم تدخل في النظرية الكوانتية ، والتي تحتم الاحداث المفردة ، ولـم يستبعد وجود هذه العوامل اول الامر ، الا انه نفاها اخيرا كما استبعدها بور وهايزنبرك وباولـي وفايتسيكر لاعتمادها الكبير على فكر الميكانيك الكلاسيكي اما بلانك واينشتاين ودي بروغلـي فكانوا يرون ان هذه العوامل موجودة .

الحتميـة Determinism

الحتمية مفهوم فلسفي يعبر عن الرابطـة الموضوعية والاشتراط المتبادل لكل الاشيـاء

والعمليات في الطبيعة والمجتمع والفكر ووجـــوب حصولها على اساس القوانين الموضوعية .

ان الاشياء والعمليات المادية ترتبط ببعضها بروابط لا يمكن خرقها ابدا . وبدون وجود مثـل هذه الروابط لا يمكن ان يوجد قانون . وبهذا تكون الحتمية ـ اي الاعتراف بمشروطية وتعيين الاشياء والعمليات في ارتباطها الموضوعي بالاشياء والعمليات الاخرى ـ شرطا فلسفيا تعتمد عليه كل نظريـــة فيزياوية وحتى ماخ الفيزيـاوي النمســـاوي والفيلسوف الوضعي اعترف بضرورة الحتمية في البحث العلمي حيث قال : « خلال البحث يكون كل مفكر بالضرورة حتميا من الناحية النظرية »(٤) . وينطلق جميع علماء الطبيعة في بحثهم العلمي من موقع مادي حتمي ، حتى اولئك الذين ينفرون من المادية والحتمية ، ويقفون ضدهما في تفسيراتهـم للنظريات العلمية ونتائج البحث العلمي .

الحتمية الميكانيكية

تكمن الاهمية الفلسفية للميكانيك الكلاسيكي في اعتماد الفلسفة المادية الميكانيكية عليه في تفسيرها للعالم . ويتميز بحتمية ميكانيكية وسببية خطيـة صارمة . ومن اهم انجازاته من الناحية الفلسفية هو انه برهن على ان انواعا من الحركة كانـــت

تعتبر في السابق مختلفة فيما بينها جوهريا ، كحركات الاجسام على سطح الارض وحركات الاجرام السماوية ، تخضع لنفس القوانين (الميكانيكية) وكان في ذلك اول تأييد علمي اختصاصي مهم للموضوعة الفلسفية عن وحدة العالم المادية .

ان تعميم قوانين نيوتن من قبل لاكرانج وهاملتون ، بحيث اصبح بالامكان تطبيقها على اية احداثيات جعل بالمستطاع وصف حركات منظومات ميكانيكية بالغة التعقيد ، بحيث نشأ الاعتقاد بأن حل المعادلات التفاضلية للحركات الميكانيكية يكفي لتفسير كل ما يحدث في الطبيعة ، وحتى في المجتمع ايضا .

ويتجسد هذا الاعتقاد في مقولة شهيرة للابلاس تعبر في نفس الوقت عن اهم افكار الحتمية الميكانيكية كما تعبر عن التفاؤل الكبير في مقدرة الانسان على معرفة العالم يقول لابلاس : « يجب ان ننظر للحالة الحاضرة للكون كنتيجة لحالته الماضية وسبب لحالته المقبلة . ولو وجد عقل يعرف في لحظة من اللحظات جميع القوى العاملة في الطبيعة ، كما يعرف مواضع جميع العناصر التي تؤلفها ، عقل كبير بحيث يتمكن ان يحلل هذه المقادير ، لاستطاع بمعادلة واحدة ان يضبط حركات اكبر الاجسام

واصغر الذرات ، وسوف لا يغيب عن عمله شيء ، وسيكون المستقبل والماضي واضحا امام عينيه »(٥) .

تلعب امكانية التنبؤ بالحدث في الحتمية الميكانيكية دورا كبيرا ، وهي من معالمها الرئيسية ، ونكون هذا النوع من الحتمية لا يعرف الا القوانين الديناميكية لذلك لا محل للصدفة فيه .

كان لطريقة التفكير الحتمي الميكانيكي تأثير كبير على الفكر العلمي الطبيعي والفلسفي امتد حتى عصرنا الحاضر

فديكارت ذهب الى انه ليس الظواهر الفيزياوية وحدها ، بل البيولوجية ايضا ، محتمة سببيا ميكانيكيا وكانت فيزياء ديكارت حتمية مبدئيا

اما الماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر فقد قطعوا كل صلة لهم بالتصور اللاحتمي ، وحاولوا تفسير الظواهر البيولوجية والنفسية وحتى الاجتماعية بمباديء ميكانيكية . وقد بدا الانسان حسب هذه النظرة وكأنه ماكنة معقدة .

يكمن الدور التقدمي التاريخي للحتمية الميكانيكية في انها كافحت الى جانب العلم ضد تفسير ظواهر الطبيعة تفسيرا غائيا لا علميا ،

وابرزت دور العقل الانساني والعلم المبني على التجربة ، واصبحت بذلك اساسا فكريا لانتصارات العلم اللاحقة .

افول المادية الميكانيكية والحتمية الميكانيكية

أبان تطور الفيزياء ، لاسيما الالكتروديناميك والضوء في القرن التاسع عشر ، والفيزياء الحديثة في القرن العشرين ، ان الصورة الميكانيكية عن الطبيعة محدودة ومبسطة جدا ، وهكذا فقد مهد الطريق لهجرها .

فمعادلات ماكسويل في الالكتروديناميك ، التي تحكم تغير المجال الكهربائي ـ المغناطيسي في الفضاء والزمان لا يمكن ارجاعها او اختزالها الى معادلات الميكانيك الكلاسيكي النيوتنية . انها مختلفة عن هذه نوعيا ، وهي تختص بحقول اخرى من احداث الطبيعة .

وقد أبان الالكتروديناميك محدودية مفهوم « الحالة » الميكانيكي ، فاصبح مفهوم « الحالة » لجسم او سستم يعني مجموع الصفات النوعية والكمية التي يحوزها ذلك الشيء في زمن معين وبذلك تدخل الصفات الكهربائية المغناطيسية والكيمياوية والبيولوجية في هذا التعريف .

هناك مشكلة اخرى جابهها التفكير الميكانيكي في الفيزياء ، وهي تحديد صفات « الاثير » الذي افترض فيه انه يملأ الكون كله ، ويحمل امواج الضوء . فلم تؤد جميع التأملات لمنحه صفات خالية من التناقض الى اية نتيجة .

لقد تم القضاء على التفكير الميكانيكي في علم الطبيعة بصورة نهائية بواسطة الاكتشافات والتطورات التي حصلت في الفيزياء الحديثة ، والتي ادت الى قيام نظريات جديدة كالنظرية الكوانتية والنظرية النسبية ونظرية المجال الكوانتية وغيرها ، مما كان له اثر بعيد ايضا في تطور الفكر الفلسفي ، وسقوط الحتمية الميكانيكية .

ان الميكانيك وحده لا يستطيع تفسير العمليات المعقدة في الطبيعة ، وهو اعجز مع العمليات النفسية والاجتماعية . فالتفكير الميكانيكي ينظر الى المنظومه الميكانيكية وسلوكها من مجموع أجزائها ومجموع حركات هذه الأجزاء فقط ، ولهذا فهو يعجز عن تفسير الصفات والمظاهر الجديدة التي تكتسبها المادة حينما تتكون بنى وتراكيب خاصة من نوعية جديدة . ان الاشكال العليا لحركة المادة تختلف عن شكل الحركة الميكانيكي ، وهي نوعيات جديدة نشأت نتيجة لتطور المادة . ولم يكن بأمكان الميكانيك

ان يفسر الظواهر البيولوجية والنفسية ، بله التطور العضوي والاجتماعي

لقد جعلت الحتمية الميكانيكية الضرورة مطلقة، وانكرت الوجود الموضوعي للصدفة ، وبهذا مالت الى الجبرية ، حيث يخضع كل ما يجرى في الطبيعة والمجتمع للضرورة العمياء .

وكان قصور الحتمية الميكانيكية منطلقا لهجوم المثالية واللا حتمية . فقد اعترض كانت على الحتمية الميكانيكية لانها لا تستطيع تفسير العمليات البيولوجية المعقدة . واستخدم بعض الفلاسفة هذا الاعتراض فيما بعد ، واستغلوا الثغرات التي كانت موجودة في العلوم الاختصاصية للتنكر للحتمية اطلاقا

الحتمية الجدلية

هي التعبير عن مشروطية الاشياء والعمليات ووجوبها خلال جميع الروابط الموضوعية المختلفة المتشابكة . والحتمية الجدلية تدعو الى دراسة العلاقات بين الظواهر في الطبيعة والمجتمع في مضاعفاتها وتعقيداتها كما هي فعلا ومن المعلوم ان هذه العلاقات تختلف في تعقيدها تبعا لمستوى العملية المدروسة فالعمليات الميكانيكية هي الابسط ، والبيولوجية والاجتماعية هي الاعقد .

تتفق الحتمية الجدلية مع الحتمية الميكانيكية في ماديتها فكلاهما ينطلق من فكرة ان حتميّة العالم موجودة موضوعيا ومشروطة بقوانين موضوعية واسباب مادية ، وان هذه الروابط الحتمية الموضوعية يمكن معرفتها مبدئيا . الا ان الحتمية الجدلية تختلف عن الميكانيكية في عدة نقاط جوهرية.

فالحتمية الميكانيكية تفهم الحركة كحركة ميكانيكية فقط ، بينما الحتمية الجدلية تعنى في الحركة كل تغير ، وفي اشكال الحركة العليا للمادة يكون هذا التغير نوعيا ، تطوريا

والحتمية الميكانيكية تحاول ان تفسر جميع الاحداث على اسس ميكانيكية ، بينما تؤكد الحتمية الجدلية على ان هناك قوانين خاصة تعمل في كل شكل من اشكال حركة المادة ، وهذه القوانين لا يمكن اختزالها الى قوانين الميكانيك .

والحتمية الميكانيكية تجعل الضرورة مطلقة وتنكر الوجود الموضوعي للصدفة ، حيث تعزيها الى نقص في المعرفة ، بينما تعترف الحتمية الجدلية بالوجود الموضوعي للصدفة ، وبالرابطة الجدلية بين الضرورة والصدفة ، والضرورة والحرية ، وبهذا تتخلص من جميع النتائج الجبرية .

والحتمية الميكانيكية تعرف طرازا واحدا من

الانظمة (السستمات) هو سستم النقاط الكتلية الذي يعين سلوكه تعيينا قاطعا بواسطة حالته الابتدائية وقوانين الميكانيك الكلاسيكي اما الحتمية الجدلية فتنطوي على سستمات ، هي بسبب بنيتها المعقدة في وضع يسمح لها ان تتعامل مع الاضطرابات التي تحصل فيها ، بحيث ان السستم يتلاءم مع بيئته ويغير نفسه تبعا لذلك (السستمات السيبرنتيكية ، الاجسام الحية) .

والحتمية الميكانيكية تساوي بين حتمية الظواهر وامكان التنبؤ بها . اما الحتمية الجدلية فتعتبر سلوك السستمات الاحصائية حتميا ، ولو انها لا يمكن التنبؤ بها الا بشكل احتمالي .

السببية Causality

هي التعبير عن الرابطة المباشرة الحسية الاساسية بين الاشياء والظواهر والعمليات في الواقع الموضوعي ، حيث تستدعي العملية الاولى (السبب) في ظروف معينة بالضرورة حدوث العملية الثانية (الفعل)

وبالمقارنة مع القانون تكون السببية رابطة بسيطة مباشرة . وبهذا لا تنطوي السببية على شيء

اكثر من الاعتراف بان الاحداث (الافعال) لا تحصل الا خلال احداث اخرى (الاسباب) .

تبعا للماديين القدماء كان كل ما يحدث في العالم يتقرر بضرورة موضوعية . وقد ذهبوا الى ان كل ما هو موجود نشأ عن اصل مادي ، ولكن لم يكن لهم تصور واضح لمبدأ السببية . ويمكن اعتبار ديمقريط اول من صاغ هذا المبدأ بقوله : كل شيء ينشأ بسبب ضروري . وعلى اساس هذا الراي طور ابيقور ولوكريتس مفهوم السببية المادي الى مقولة لا يمكن ان ينشأ شيء من لا شيء ، بل ان كل فاعل ، يستدعي فعلا بالضرورة ، هو من اصل مادي ، ولا يفترض تدخلا من خارج المادة .

اما الفهم المثالي القديم للسببية فقد طوره افلاطون لاول مرة فكان يرى لكل شيء سببه ، ولكن لم تكن عنده من أسباب حقيقية الا الافكار . فعالم الافكار هو سبب وجود عالم الاشياء.

واما ارسطو فقد انتقد افلاطون ، وذهب الى ان «كل شيء ينشأ ، ينشأ عن شيء وبواسطة شيء» ــ وهذا مذهب مادي في الاساس .

ادى تطور علم الميكانيك واكتشاف قوانينه وصياغتها رياضيا (غاليليو ، كبلر ، نيوتن) الى نشوء فهم للسببية هو في الغالب مادي ميكانيكي ،

ظهر في فلسفة بيكون وهوبز . فقد ذهب هوبز الى ان الفعل ينتج من السبب عن طريق ميكانيكي ، كالضغط والاصطدام والتلامس المباشر ،.. فقط . وتكمن الاهمية التقدمية لهذا الفهم الميكانيكي الضيق للسببية بالدرجة الاولى في قطيعته مع الايمان بالخوارق ، وفي ذهابه الى ان اسمى واجب للعلم والفلسفة هو تفسير جميع ظواهر الطبيعة بواسطة اسبابها الطبيعية وسار بيكون بنفس الاتجاه في صياغة افكاره عن طريقة الاستقراء لاكتشاف الروابط السببية .

ويجد الفهم المادي الميكانيكي للسببية تعبيرا ثابتا له في المادية الفرنسية في القرن الثامن عشر ، ويتميز بسببية خطية ـ كما يعبر عنها اليوم ـ حيث يصطف الجوهري من العوامل بجانب اللا جوهري ، والضروري بجانب الصدفي . فالعالم تبعا لهولباخ « سلسلة لا تنقطع من الاسباب والافعال » ، وليس فيها مكان للصدفة الموضوعية ، وان الصدفة تدل على جهلنا ذاتيا بالاسباب الطبيعية . وقد عارضت المادية الفرنسية ، كما عارضت المادية الانكليزية في القرن السابع عشر ، العلة الغائية لكل ما هو موجود في العالم . غير انها ، اذ كانت مشروطة بمستوى العلم انذاك ، وبنت « فلسفتها الطبيعية » على اسس ميكانيكية ، لم تكن متحررة من النواقص التي

أصبحت بالتالي منطلقا للهجوم على مبدأ السببية.
ومن هذه النواقص النتائج الجبرية الناتجة من تطبيق الفهم الميكانيكي للسببية على التغيرات الاجتماعية . فالانسان يبدو في هذا الاطار خاضعا لضرورة عمياء لا تسمح له بحرية الاختيار واتخاذ قرارات حسب رايه واهدافه وتبدو جميع العمليات الاجتماعية مشروطة باسباب ميكانيكية ، كحركة الذرات والجزيئات في جسم السلطان مثلا .

ظهر الفهم المثالي الذاتي للسببية بارزا متبلورا عند هيوم ، فقد انكر الصفة الموضوعية للسببية ، وذهب الى ان الانطباع عن السببية نشأ عن الاعتياد في النظر الى الظواهر المتتابعة زمانيا بانتظام باعتبارها مرتبطة ببعضها سببيا ، وان السببية هي ناتج عملية نفسية ذاتية ، ولا تشير الا الى التتابع الزمني لانطباعاتنا وانتظام تعاقبها ، ولكنها عارية عن اية ضرورة موضوعية . والحدثان هنا (السبب والفعل) يفهمان باعتبارهما شيئين واقعيين ، الا ان الرابطة بين السبب والفعل ، اي العلاقة السببية ، ذاتية ، ارتباط بين تصورات ذاتية . وبالرغم من ان كانت قد لحق بهيوم في فهمه المثالي الذاتي للسببية ، الا انه لم ينظر اليها كمسالة ظاهرية فقط ، بل طور حلا اخر لها فالسببية عنده مقولة يشترطها العقل ، مفهوم قبلي موجود قبل اية خبرة ، وتنظم

احساساتنا بواسطته ، وبهذا يجعل خبرنا ممكنة ، وان الترتيب السببي للاشياء ينتقل من العقل الى الطبيعة .

اصبح التنكر لموضوعية السببية جزءا اساسيا لكل التيارات الفلسفية المثالية ، ولا سيما الوضعية. فبالنسبة لماخ لا يوجد السبب والفعل الا في فكر الانسان ، وانه « لا يوجد في الطبيعة سبب ولا فعل »(٦) . وتتصل فكرة ماخ اتصالا مباشرا ببركلي الذي كان ينظر الى الاشياء في العالم كمركبات حسية ، بحيث ان الادارك لا يكون انعكاسا للعمليات المادية ، بل ترتيبا وتركيبا للاحساسات وحينما يرفض ماخ السببية ، فانما هو يطالب في الواقع بالكف عن تفسير ظواهر الطبيعة ، وينحصر واجب العلم عنده بوصف الظواهر فقط ، ويستغني عن مفهوم السبب ، ويكتفي بمفهوم الظرف وتبعا للفيلسوف الانكليزي ج س مل يكون سبب الشيء الظرف الذي يحيطه اما شليك فيلحق بهيوم ويختزل السببية الى تتابع زمني وربط ذهني، وينكرها كرابطة ضرورية موضوعية . واما رايشنباخ فيستعيض عن العلاقات السببية بمفاهيم احتمالية.

ساهم هيجل مساهمة جوهرية في الفهم الجدلي للسببية ، ولكن على اساس مثالي ـ موضوعي ، وذهب الى ان السببية وجه من اوجه

رابطة اعم ، هي رابطة التفاعل المتبادل ، واكد على ارتباط السبب والفعل ببعضهما حيث قال : « لا ينفصل السبب عن الفعل في العلاقة السببية . فالسبب الذي يعتقد به ان لا فعل له ليس بسبب، كما ان الفعل الذي يعتقد به ان لا سبب له ليس بفعل »(٧)

للعلاقة السببية ، السبب ـ الفعل ، اتجاه زمني ، فالاحداث السببية تجرى « بعد بعضها البعض » . وهذا الاتجاه يبرز بوضوح في العمليات غير المنعكسة irreversible ، حيث يتحكم القانون الثاني للثرموديناميك . فهذا القانون ينص على ان الانثروبي لجهاز معزول يزداد او يبقى ثابتا ، ولكنه لا ينقص ابدا لذلك يمكن اعتبار زيادة الانثروبي معيارا لاتجاه سير الزمن .

لم تضيق نظرية النسبية على فكرة التتابع الزمني للسبب والفعل . فتبعا لنظرية النسبية الخاصة تتتابع ظاهرتان مرتبطتان ببعضهما سببيا في فترة فضازمانية ، حيث واحدة منهما (السبب) تسبق الاخرى (الفعل) دائما ، وهذا السبق مطلق ، اي انه مستقل عن اختيار المرجع ، فعند الانتقال من مرجع الى اخر لا يمكن ان يختل التتابع الزمني للحدث .

ترتبط مسألة الاتجاه الزمني للحدث السببي فيزياويا بوجود حد أعلى للسرعة (سرعة الضوء) . وتبعا لذلك لا يمكن ان ينتقل اي تأثير بسرعة اكبر من هذه السرعة (مخروط الضوء في نظرية النسبية الخاصة)

غير ان التتابع الزمني وحده ليس معيارا لارتباط الاحداث برابطة سببية ، وان النظر الى السببية باعتبارها مجرد تتابع زمني ، اي تضييقها الى صيفة كل ما يأتي بعد الشيء فهو فعل له ، خاطيء . فالربيع يأتي بعد الشتاء ، الا ان الشتاء ليس سببا للربيع .

تؤكد الصفة الموضوعية للسببية وتدعم بواسطة ممارسة الانسان وعمله الاجتماعي . وتقدم الصناعة وتطورها برهان حي لسببية الاحداث فالانسان لم يقتصر على ما تنتجه الطبيعة ، بل استفاد من معرفته للعلاقات السببية بين العمليات في الطبيعة واستخدمها لتوليد عمليات وانتاج اشياء لم تكن موجودة فيها . فلو لم تكن تلك العلاقات السببية موجودة موضوعيا ، لما امكن للانسان ان يطور الصناعة الى مستواها الحالي . وان تحقق التنبؤات العلمية هو في نفس الوقت تأييد لمبدا السببية ، لان التنبؤات العلمية لا تكون ممكنة الا على اساس العلاقات السببية .

ان كشف الروابط السببية وتعميمها العلمي شرط هام لمعرفة القوانين في الطبيعة والمجتمع ، والاستفادة الواعية منها . وبتطور العلم والانتاج تنعكس الروابط السببية بصورة ادق واكمل . وتعتمد درجة الدقة التي يمكن بها تعيين احدى الروابط السببية على مستوى تطور العلم الاختصاصي المعني . الا ان مسألة دقة معرفة الروابط السببية يجب ان لا تخلط بمسألة وجودها الواقعي الموضوعي . لهذا فمن الخطأ الاستنتاج ان الاحداث في العالم الصغير لا سببية ، لان الرابطة السببية فيها لم تكتشف بعد ، او اننا يجب ان نكتفي بقوانين احصائية ، او ان التصور الحتمي الميكانيكي لا يمكن تطبيقه هنا .

الصدفة

قد يكون من المفيد قبل دراسة مفهوم الصدفة الفلسفي ان نذكر بعض الامثلة عليها : حجر يسقط على احد المارة فيسبب له ضررا جسيما ، صاعقة تسقط فتحترق بسببها احدى الاشجار ، رجل يربح في لعبة اليانصيب ، نقاط معينة يظهر بها الزهر في لعبة النرد ، تبخر احد جزيئات الماء من الوعاء الذي يحتويه ، تفسخ نواة معينة من نوى اليورانيوم في عملية النشاط الاشعاعي ، سقوط

الكترون في نقطة معينة على الصفيحة الفوتوغرافية بعد انعاكسه عن احدى البلورات ، ...

تدعى الحادثة صدفية حينما لا تقتضيها الظروف الداخلية الجوهرية للعملية ولا تحصل كضرورة عامة .

تعرف الصدفة بأنها تكملة للضرورة وشكل لظهورها . والصدفة والضرورة تمثلان تناقضا جدليا ، تكون الضرورة هي الجانب الحاسم فيه .

توجد الصدفة بصورة موضوعية ، غير انها لا تحصل كنتيجة لروابط داخلية للاحداث . فالربح في اليانصيب مثلا لا يحصل كنتيجة لرابطة مباشرة قريبة بين اللاعب والرقم الرابح ، وتفسخ عدد معين من نوى اليورانيوم في فترة زمنية محدودة لا يعتمد على رابطة مباشرة بين هذه النوى . غير ان ذلك لا يعني ان تفسخ اليورانيوم ليس له سبب .

بينما تظهر الصدفة في القانون الديناميكي كتشويش ، كظاهرة لا قانونية ، تكون في القانون الاحصائي عاملا جوهريا فبسبب عدد هائل من الاصطدامات الصدفية لجزيئات الغاز مع جدران الوعاء ينشأ ضغط الغاز ، وبسبب التفسخ الصدفي لعدد هائل من نوى اليورانيوم مثلا ينشأ قانون

التفسخ للنشاط الاشعاعي . ويحقق القانون نفسه هنا بواسطة عدد هائل من الصدف .

ان دخول الصدفة في القانون الاحصائي يوضح العلاقةبين الضرورةوالصدفة، فيان الصدفيضروري، وان الضرورة تحقق نفسها عن طريق الصدف .

ان الصدفي ضروري ، لان كل جانب منه لابد وان يكون له سبب ، وان الحوادث الصدفية تحصل بالضرورة لانها مشروطة بمجموعة الظروف التي تحصل فيها . وان للصدفة سببا لان لها وجودا موضوعيا ، ولكن العوامل التي تؤدي الى الصدفة لا تشترط بعضها البعض بالضرورة ، اي ان وجود احدها لا يعني ضرورة وجود الاخر الذي يسبب وجوده حدوث الصدفة .

ان ظاهرة واحدة يمكن ان ينظر اليها كصدفة في مستوى معين وضرورة في مستوى اخر . فحركة جزيء واحد مفرد بالنسبة لجسم يمكن ان تعتبر صدفة، ولكن اذا نظرنا الى هذه الحركة بمستوى اوطأ (اعمق) سنجد ان هذه الحركة ضرورة قانونيا . وتصح هذه النظرة في تفسير الظواهر الثرموديناميكية .

تعرف الصدفة احيانا ك « نقطة تقاطع سلسلتين سببيتين » . غير ان هذا التعريف لا

بكشف جوهر الصدفة كشفا تاما لانه يبرز الاستقلال التام للحادثتين فقط ، ويخفي العلاقة ما بين الضروري وغير الضروري .

هناك شكلان متطرفان في النظر للصدفة : نكران الصدفة واطلاقها . فالاول ، وهو الذي ينكر موضوعية الصدفة ، هو وجهة نظر الحتمية الميكانيكية . والصدفة حسب هذه النظرة تعبير عن جهلنا ، وان تقدم العلم سيقلص مجال الصدفة. والسببية تفسر هنا تفسيرا حتميا ميكانيكيا وينظر الى الحتمية والصدفة وكأنهما نقيضان ينفي احدهما الاخر . لقد كتب سبينوزا : « لا يوجد في طبيعة الاشياء شيء صدفي ، بل يحدد وجود وعمل كل شيء بالخضوع لضرورة الطبيعة الالهية »(٨) . اما بلانك فقد كان ينظر الى الصدفة وكأنها « خرق للسببية » وتعبير عن « قصور في نظرتنا الى العلاقات الحقيقية » .

اما الطرف الثاني فهو الذي يذهب الى ان هناك صدفة تنشأ بدون سبب . ولذلك فهذا النوع من الصدفة يقع خارج نطاق السببية ، في مجال اللاحتمية ، اي صدفة مطلقة . غير ان الحادثة الصدفية المطلقة تعني انها غير ضرورية ابدا ، ليس لها سبب ، وفي ذلك خرق للسببية . الصدفة المطلقة والظواهر الطبيعية التي ليس لها اسبابه

طبيعية واللاحتمية المطلقة ، ومساواة الصدفة باللاسببية ـ كل ذلك لا يأتلف والعلم .

الصدفة لا تعني تضييقا للسببية . وان وجود علاقات صدفية في الطبيعة والمجتمع يجب ان يفسر دائما بأن جميع الظواهر والعمليات تخضع للسببية العامة . وان نكران هذه الحقيقة هو احد معالم اللاحتمية . فالصدفة والاحتمال والاحصاء هي ليست مناقضات للسببية ، ولهذا فهي ليست ادلة على اللاسببية .

التنبوء العلمي

هو معرفة الشيء او الظاهرة قبل حدوثها بالاستناد على العلم . وبهذا لا يدخل في اطار التنبؤ العلمي محاولات التنبؤ عن المستقبل كـ «فتح الفال» و « قراءة الفنجان » و « التنجيم » وامثالها مما ليس له اساس من روابط قانونية واقعية . وكذلك لا تدخل في صنف التنبؤات العلمية تلك التنبؤات التي ليست لها صفة علمية صارمة ، ولا تعتمد على تحليل نظري للحوادث ولا على القوانين الطبيعية التي تجرى بموجبها ، بل هي اقرب الى القواعد الملاحظة في الحياة اليومية ، كالتنبؤ بـ «برد العجوز» و « الباحورة » و « المربعانية » .

التنبؤات العلمية مقولات ، تستند على العلم ، عن وقائع حقيقية او ممكنة ، غير معروفة حتى ذلك الوقت ، تشتق منطقيا ، ضمن نظرية علمية ، من قانونيات ومقولات معروفة عن ظروف ابتدائيـــة معينة للعملية المراد التنبؤ عنها .

يتبين من تعريف « التنبؤ » ـ معرفة الظاهرة قبل حدوثها ـ ان المعرفة بالظاهرة تسبق حدوثها ، ولا يعني ان الظاهرة لم تكن تحدث بالضرورة قبل التنبؤ بها . فالخسوف والكسوف مثلا كانا يحدثان منذ نشوء العلاقة البنيوية الحالية بين الشـمس والارض والقمر ، وكان الناس يعرفونهما ، الا ان التنبؤ بهما قد تأخر حتى اكتشاف القوانين التـي تحصل بموجبها هاتان الظاهرتان .

وقد يكون الشيء او الظاهرة المتنبأ بها غـير معروفة سلفا ابدا ، رغم انها موجودة في الطبيعة ، كتنبؤ ديراك بوجود البوزترون (١٩٢٨) ضمـن نظريته الكوانتية النسبية عن الالكترون ، واكتشاف تلك الدقيقة من قبل اندرسون (١٩٣٢) في الاشعة الكونية . ويصح نفس الشيء على العناصر التـي كانت اماكنها فارغة في الجدول الدوري للعناصـر الكيمياوية . فجميع هذه العناصر كانت وما زالت موجودة في الطبيعة ـ الارض ـ الا ان عددا منها كان مكانه فارغا حينما وضع مندليف جدوله . فالتنبؤ

بوجود عناصر في الاماكن الفارغة تتصف بالصفات الكيمياوية المحددة سلفا هو تنبؤ علمي ثبتت صحته تماما باكتشاف العناصر التي كانت مجهولة حينئذ بصفاتها المتنبأ بها . ويصح نفس الراي على التنبؤات ألتي جرت على اساس النظرية النسبية والكوانتية، وتحققت عمليا .

يقوم التنبؤ بالحادثة كمعيار لاثبات صحة فرضية (او نظرية) او خطأها . فمن الفرضية يمكن اشتقاق بعض الاستنتاجات ، التي ان اثبتها الواقع كانت دعما لصحة تلك الفرضية . وعند تحقق استنتاجات اخرى مشتقة من هذه الفرضية غير معروفة سلفا (تنبؤات) ، تكتسب الفرضية صفة القانون او النظرية . وكلما اجازت الفرضية تنبؤات أكثر تتحقق واقعيا فقدت صفتها الفرضية، واكتسبت صفة القانون العلمي . اما في الحالة الحدية السلبية المتطرفة ، اي فيما اذا لم تجز الفرضية اي تنبؤ ، فقدت تلك الفرضية صفة العلم واصبحت اعتباطية .

يعتبر التنبؤ اهم معالم الحتمية الميكانيكية تاريخيا . فقد كان من الممكن مبدئيا ـ حسب تصورات الميكانيك الكلاسيكي ـ حساب الحالة المستقبلة لاي نظام من حالته الراهنة . وخير مثال على ذلك الميكانيك الفلكي ، حيث يستطاع التنبؤ

بمواضع الشمس والقمر والكواكب لاي زمن بدقة كبيرة . وكان الربط بين السببية والتنبؤ امرا طبيعيا لدى الكثير من الفيزياويين والفلاسفة . غير ان السببية شرط ضروري ، الا انه غير كاف للتنبؤ العلمي .

يرمي بعض الفيزياويين والفلاسفة من وراء ربط السببية بامكانية التنبؤ (بالمعنى الحتمي الميكانيكي) نكران مبدأ السببية في العالم الصغير ، ذلك لان الاحداث في العالم الذرى لا تخضع لقوانين الميكانيك الكلاسيكي ، بل تخضع للقوانين الاحتمالية للميكانيك الكوانتي ، حيث لا يمكن قول شيء محدد عن سلوك دقيقة مفردة .

لا يقتصر واجب التنبؤ على معرفة الواقع الموضوعي وحسب ، بل يمتد الى تغييره العملي ايضا . اي ان للتنبؤ وظيفة عملية ، سواء كان ذلك في الطبيعة او في المجتمع . فالتنبؤ يؤثر على نشاط الناس في تغيير محيطهم الطبيعي ، كما يؤثر على سلوكهم ونشاطهم الاجتماعي، ويوجهه باتجاه معين .

ان امكان استنتاج التنبؤات المستندة على العلم وتحققها عمليا هو ـ من وجهة نظرية المعرفة ـ برهان على وجود العالم الموضوعي الواقعي ، وتفنيد للتفسير المثالي الذاتي للعلم ، ورد على الزعم بأن العلم لا يعدو عن كونه مجموعة اصطلاحات .

الفصل الرابع

المسائل الفلسفية في النظرية الكوانتية

بعض الحقائق الفيزياوية

معالم الفيزياء الكلاسيكية

تتألف الفيزياء الكلاسيكية من جزئين رئيسيين هما ميكانيك نيوتن والكترودیناميك ماكسويل وتتضمن هاتان النظريتان القوانين الفيزياوية التي تحكم حركة الدقائق والمجالات، اللبنتين اللتين يتألف منهما العالم الكبير هاتان المادتان توجدان في الفيزياء الكلاسيكية مستقلتين عن بعضهما ، ولا تستطيع احداهما التحول الى الاخرى ، اي ان كل لبنة يتألف منها العالم هي اما دقيقة او مجال .

اما الضوء فقد اصبح بعد اكتشاف ماكسويل النظري للامواج الكهرمغناطيسية جزءا من الالكترودیناميك . واما الصوت فتعالج ظواهره باعتبارها تموجات في وسط مادي ، صفتي ، تخضع لقوانين الميكانيك . واما علم الحرارة (الثرموديناميك) فقد استطاع بولتزمان اشتقاق قوانينه الرئيسية بالاعتماد على الميكانيك الكلاسيكي ونظرية الاحتمال (الميكانيك الاحصائي) .

الفضاء والزمان في الميكانيك الكلاسيكي « مطلقان » ، اي انهما لا يعانيان اي تأثير من جانب

الاجسام ، ولكل منهما وجودا موضوعيا مستقلا عن المادة ، وتنطبق على الفضاء هندسة اقليدس .

وتسود في الميكانيك الكلاسيكي الحتمية الميكانيكية ، اي حينما يعرف موضع جسم وسرعته والقوى العاملة عليه في لحظة من اللحظات ، يتحدد بذلك مساره في المستقبل ويمكن التنبؤ عنه . وهذا يعني انه من الممكن تعيين موضع اي جسم (او نقطة كتلية) وسرعته في اي وقت تعيينا تاما .

وتبعا لنظرية ماكسويل في الالكترودیناميك من الممكن معرفة التغيرات التي تطرا على المجال الكهربائي المغناطيسي في الفضاء والزمان معرفة تامة والتنبؤ عنها ، اذا عرفت حالة المجال في لحظة معينة .

فشل الفيزياء الكلاسيكية في العالم الصغير
ثنائية الدقيقة ـ الموجة

يبدو الضوء وغيره من الاشعاعات في بعض الظواهر (التداخل ، الحيود ، الاستقطاب) كحركة موجية ، وفي ظواهر اخرى (الفعل الكهربائي الضوئي ، فعل كومبتون) كدقائق . كما تبدو الدقائق الاولية (الالكترونات وغيرها) في بعض

التجارب (مســـاراتها في الحجــرة الغيميــة ، واصطداماتها ..) كدقائق ، وفي تجارب اخرى (تجربة دافيسـون ـ جرمر ، اشكال حيود لاوه..) كامواج . ويعبر عن هذه الحقائق بثنائية الدقيقة ـ الموجة . اي ان الدقائق الاولية للمادة تبدو مـرة كدقائق كلاسيكية ، ومرة اخرى كامواج كلاسيكية . فالصورة الاولى تنطوي على التقطع والثانية على الاتصال . وبما ان الصــورتين (الكلاسيكيتين) تستبعد احداهما الاخرى ولا تتوافق معها ، يمكـن ان نـستنتج ان المادة في جوهرها لا تتفق مع تصورنا الكلاسيكي عنها . فالمادة لا تتألف من دقائق بالمعنى الكلاسيكي ولا من مجال موجي بالمعنى الكلاسيكي ايضا . انها تتألف من شيء اخر نعجز الان عن تكوين صورة له ، ولو اننا نســـتطيع وضـــع المعادلات الرياضية لوصف حركته .

ان اية نظرية فيزياوية تستهدف وصف الواقع الموضوعي يجب ان تتغلب على هذه الثنائية باحتوائها في ثناياها ، وان تكون قادرة على تفسير الصفتــين الظاهريتين المتناقضتين للمادة ، لان المادة واحدة ، ويجب النظر اليها باعتبارها واحدة . اما الثنائية هنا فلا تعني سوى مظهرين متناقضين يمكن ان تبـدو لنا بهما المادة الواحدة ، معقدة البنية .

النظرية الكوانتية

النظرية الكوانتية نظرية فيزياوية انطلقت في الاساس من ان بعض المقادير الفيزياوية (الطاقة والزخم الدوراني والشحنة) لا تتخذ قيما صغيرة متصلة بصورة اعتباطية ، انما تأخذ قيما متقطعة ، تزداد او تنقص (بالامتصاص او بالاشعاع) بقيم متقطعة ايضا ، كوانتات .

كانت الذرات حتى قبيل نهاية القرن التاسع عشر تعتبر اصغر احجار المادة التي لا تتجزأ وكانت كتلة ذرة الهايدروجين تعتبر اصغر كتلة ولما اكتشف الالكترون (ج ج تومسون ١٨٩٧) اعتبرت شحنته اصغر قيمة تستطيع ان تتخذها ، او تتغير بها ، الشحنة الكهربائية . وفي عام ١٩٠٠ استطاع بلانك تفسير توزيع الطاقة في طيف الاشعاع للجسم الاسود (الجسم الذي يمتص جميع الاشعاع الساقط عليه) بافتراض ان الطاقة تشع وتمتص بكوانتات ، متقطعة ، واتى بكوانتم الفعل (ثابت بلانك h) وقد برهن البحث الفيزياوي اللاحق ان فرضية بلانك هذه مثمرة جدا . فعلى اساسها استطاع بور ان يتغلب على التناقض الموجود في موديل رذرفورد للذرة بافتراض ان للالكترون مدارات مستقرة في الذرة لا يشع فيها طاقة عند

دورانه ، وان الذرة لا تشع طاقة الا حينما ينتقل الالكترون من مدار ذي طاقة عالية الى اخر ذي طاقة اوطأ منها (موديل بور للذرة شبه الكلاسيكي) .

ومنذ عام ١٩٢٥ بدىء ، بالاعتماد على فرضية الكوانتات ، في بناء نظرية فيزياوية عن العالم الصغير ، عالم الذرات والجزيئات والدقائق الاولية ، اي الميكانيك الكوانتي او الميكانيك الموجي . وقد طورت هذه النظرية عن طريقين مختلفين مستقلين عن بعضهما :

أ ـ الطريق الاول اتبعه شرودنكر بتطوير فكرة دي بروغلي بتمثيل حركة الدقيقة بموجة (الميكانيك الموجي) .

ب ـ الطريق الثاني اتبعه هايزنبرك حيث انطلق من ميكانيك الدقائق الكلاسيكي وجعل لكل مقدار فيزياوي ماتريكس يمثله (ميكانيك الماتريكس) .

وبعد ذلك بفترة وجيزة اثبت ان الميكانيك الموجي وميكانيك الماتريكس متكافئان رياضيا ويؤديان الى نفس النتائج الفيزياوية .

وقد ربط ديراك الميكانيك الكوانتي بنظرية النسبية وانشأ الميكانيك الكوانتي النسبي .

تبين من نجاحات النظرية الكوانتية في تفسير ظواهر العالم الصغير ان الدقائق والذرات لا يمكن

وصفها بالصورة الدقائقية الكلاسيكية ولا بالصورة الموجية الكلاسكية، وان مسألةثنائية الدقيقة_الموجة ليس لها طبيعة فيزياوية في الاساس ، انما تتولد من تصورنا المحدود لبنية المادة ، اي من استخدام احدى الصورتين الكلاسيكيتين بمفردها .

من اهم معالم النظرية الكوانتية الحديثة (الميكانيك الكوانتي) وصفها لحركات الجسيمات الصغرى بواسطة دالة موجية لا تقدم معلومات محددة عن الجسيمة الواحدة ، انما تعطي معلومات « احتمالية » عن سلوكها . وبعبارة اخرى ان قوانين الميكانيك الكوانتي قوانين احصائية .

واهم ما يرتبط بهذه النظرية من الناحية الفلسفية هي مسألة القانون الفيزياوي والحتمية والسببية ، وعلاقتها بالصدفة وبامكانية التنبؤ بالاحداث الطبيعية ، والغلاقة بين المتصل والمتقطع .

علاقة اللادقة **uncertainty relation**

اكتشف هايزنبرك علاقة اللادقة عام ١٩٢٧ ، ونحواها انه لا يمكن تعيين موضع دقيقة وزخمها بدقة تامة في آن واحد . ويعبر عن هذه الحقيقة رياضيا بالتعبير التالي : $\Delta p \cdot \Delta q \geq \hbar$

حيث تعني Δp اللادقة في تعّيين الزخم ،

و Δq اللادقة في تعيين الموضع .

لا تقتصر علاقة اللادقة على موضع الدقيقة وزخمها ، بل تشمل مقادير فيزياوية اخرى مثل الطاقة والزمن ، والازاحة الزاوية والزخم الدوراني.

لا يمكن تخفيض حدود اللادقة المعطاة في العلاقة المذكورة ، اي لا يمكن زيادة دقة التعيين ، بزيادة دقة جهاز القياس او طريقته ، او حذف التشويشات والاضطرابات التي قد تحدث اثناء القياس . فاللادقة ليست امرا ذاتيا ، انما هي موضوعية ، تتعلق بطبيعة الدقائق الاولية وبنيتها المعقدة . وليست علاقة اللا دقة تعبيرا عن جهلنا ، بل ان لها فحوى موضوعية .

ينطوي مبدا اللادقة على قصور صورة العالم الميكانيكية وضيق حتميتها . وهي تبين الحدود التي تصح فيها الصورة الدقائقية وحدها او الصورة الموجية وحدها عن المادة ، وتعطي تقديرا للخطأ الذي يقع فيه المرء حينما يستعمل احدى الصورتين فقط .

مسائل نظرية معرفية متعلقة بالميكانيك الكوانتي

مبدا التطابق : Correspondence Principle

هو المبدا القائل ان نظرية تصح في مجال معين

لا تفقد صحتها فقدانا تاما بنشوء نظرية جديدة اعم، بل تصبح قوانينها وصياغتها الرياضية حالة خاصة حدية من قوانين النظريـــة الجديـــدة وصياغتها الرياضية ، حينما يتخذ البارامير الخاص بالنظرية الجديدة قيمة معينة . وقد صاغ هذا المبدأ بشكله الخاص لاول مرة نيلزبور عام ۱۹۱۳ بصدد العلاقة بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الكوانتيـــة : ان الفيزياء الكوانتيـــة تعطي نفس نتائج الفيزيـــاء الكلاسيكية حينما يكون العدد الكوانتي كبيرا ، او ان قوانين الفيزياء الكوانتية ومعادلاتها تتحول الـــى قوانين الفيزياء الكلاسيكية حينما يصغر ثابت بلانك الى الصفر ، $h \longrightarrow o$.

وقد ابان التطور التالي في الفيزياء ان لهـذا المبدأ اهمية كبيرة في الانتقال من ميدان في الفيزياء الى اخر . ومن نظرية الى اخرى . فقد تبين مثلا ان البصريات الهندسية حالة خاصة حدية للبصريات الموجية ، وذلك حينما يقتـــرب طول الموجـة من الصفر ، وان الميكانيك الكلاسيكي حالة خاصة حدية للميكانيك النسبي حينما تكبر سرعة الضوء الـــى اللانهاية ، (او حينما تكون سرعة الجسم بطيئـة جدا بالمقارنة مع سرعة الضوء) . ويصح مبداالتطابق على علوم اخرى . فقد تبين ان هندسة اقليـدس حالة خاصة حدية للهندسة اللااقليدية ، وذلـك حينما يصبح تحدب الفضاء صفرا .

يختلف مبدأ التطابق عن المبادىء العلمية الاخرى كمبدأ حفظ الطاقة مثلا ، في انه لا يخص اجساما وعمليات مادية بصورة مباشرة ، بل يعالج روابط النظريات العلمية ، وبهذا فهو مبدأ علمي فوقي .

ومن الناحية الفلسفية يستند مبدأ التطابق على العلاقة الجدلية بين الحقيقة النسبية والحقيقة المطلقة . فأية نظرية علمية تنجح في تفسير ميدان معين من الظواهر ، وتمثل بذلك حقيقة نسبية ، لا تهمل او تنبذ او ترمي عرض الحائط بتطور المعرفة العلمية وارتقائها ، بل تنقض بصورة جدلية اي تبقى ضمن حقيقة نسبية اخرى اعلى درجة كحالة حدية. ورغم ان النظرية الجديدة تنفي القديمة ، الا انها لا تنفيها نفيا ميتافيزيقيا ، اي تنبذها باعتبارها خاطئة ، بل تنفيها جدليا حيث تشير الى محدوديتها .

مبدأ التكميلية : Complementarity Principle

مبدأ معرفي ومنهجي صاغه نيلزبور (١٩٢٨) وينص على ان الوجهين اللذين تظهر بهما الدقائق الصغرى الاولية ، الحبيبي والموجي ، يناقض احدهما الاخر ويستبعده ، الا انهما يكمل احدهما الاخر . وبكلمة اخرى ان الوجهين لا يظهران في تجربة واحدة .

وقد استغل هذا المبدا استغلالا سيئا بتفسيره تفسيرا مثاليا ذاتيا ، فالوجه الذي تظهر به الدقيقة يعتمد على الجهاز المستعمل للفحص عنها ، بالتالي على ارادة الفاحص الذي يختار الجهاز ، أي انـــه يعتمد على الذات . ولهـــذا فصفـــات الموضوع (الدقيقة) ، حسب رايهم ، لا تعتمد عليها ، بـــل تخلق في عملية فحصها .

غير ان جريان اية تجربة مستقل عن الانسان القائم بها . صحيح ان الانسان يحدد الشروط التي تجري فيها التجربة سلفا ، الا ان موضوعية العملية ـ التجربة ـ يظهر في حقيقة انه ببقاء شروط التجربة تنتج دائما نفس النتائج ـ العلاقات الجوهريـــة الموضوعية ، اي ان القوانين التي تجرى بموجبها العملية مستقلة عن وعي الانسان وارادته . وكذلك صفات الدقائق الصغرى مستقلة عن الذات التي تتفحصها وعن الوعي وبذلك لا يمكن للذات ان تخلق صفات الموضوع ـ الدقيقة ، وليس هناك اي اساس حقيقي تعتمد عليه الذاتية المعرفية .

مبدا المشاهدة : Observability

مبدا نظري معرفي للفلسفة الوضعية ، يعني أن ما لا يمكن مشاهدته ليس له وجود .

كان لهذا المبدا اهمية تقدمية مقابل التأملات

التي لا اساس لها في دراسة الطبيعة ، لانه أكد على الاساس التجربي الـذي لا يستغني عنه في هذه الدراسة .

وكان الاساس الذي اعتمد عليه الفهم المثالي الذاتي لمبدأ المشاهدة مقولة بركلي : « الوجود هو ما يحس به » ـ المدرَك .

ان قابلية المشاهدة قد تكون مشروطة تاريخيا، لانها تعتمد على مستوى تطور العلم في زمن معين . وقد يؤدي اشتراط الاخذ بها من اجل التسليم بوجود الشيء الى استنتاجات خاطئة ، فتصبح عائقا في سبيل البحث العلمي ، لان عدم قابلية مشاهدة الشيء لا تضمن عدم وجوده .

اما من وجهة نظرية المعرفة فيتناقض مبدأ المشاهدة مع حقيقة وجود واقع مستقل عن الوعي . ويكمن الخطأ الاساسي لهذا المبدأ في اهمال النظرية وجعل التجربة مطلقة . وقد ابان تطور الفيزياء الحديثة ، على الضد من مبدأ المشاهدة ، ان التفكير التجريدي ، والاستنتاجات الرياضية (القوانين الرياضية) يمكن ان تقدم معارف موثوقة يركن اليها . لذلك يحاول اتباع مبدأ المشاهدة ان يحسبوا حسابا لهذه الحقيقة ، بأن يستعيضوا عن قابلية المشاهدة التجريبية بـ « قابلية المشاهدة المبدئية» .

ان اتباع مبدأ المشاهدة يسيئون تفسير دور المشاهد في التجربة باتجاه ذاتي . ويذهبون الى ان فعل المشاهدة او القياس يلعب دوراً رئيسيا بحيث انه لا يكشف عن صفات الدقيقة (الالكترون مثلا) وحسب ، بل يسبب له اضطرابا لا يمكن اختزاله، وبهذا ففعل المشاهدة يساهم في انتاج او خلق هذه الصفات وهذا يعني التنكر لفكرة ان العالم مستقل موضوعيا عن الانسان.المشاهد فالانسان المشاهد خلال تعرفه على العالم يساهم ـ حسب هذا الراي ـ مساهمة اساسية في خلقه . ولا بد هنا من كلمة عابرة للتنويه بأن هذه الفكرة الدالة على نظرة فلسفية مثالية ذاتية ـ وهي الصفة التي تسم منتسبي ما سمي ب « مدرسة كوبنهاكن » تختلف جذريا عن الفكرة المادية القائلة ان واجب الفيلسوف لا تفسير العالم وحسب ، بل تغييره ايضا فتغيير العالم هنا يجرى بأرادة مقصودة واعية من الانسان بالاعتماد على معرفة قوانين العالم الموضوعية

مدرسة كوبنهاكن ومعارضوها

مدرسة كوبنهاكن جماعة من الفيزياويين تجمعت حول نيلزبور (معهد الفيزياء النظرية في كوبنهاكن) في العشرينات واوائل الثلاثينات من هذا

القرن ، وذهبت في التفسير الفلسفي للنظرية الكوانتية الحديثة مذهبا خاصا متأثرا بالفلسفة الوضعية الجديدة التي ادعت لنفسها كونها « فلسفة العلم »

ومن المفيد هنا ان نقف وقفة قصيرة لبيان اهم معالم الفلسفة الوضعية .

الوضعية تيار فلسفي مثالي ــ ذاتي ، ينطلق من فكرة ان المعطيات الحسية المباشرة هي مصدر كل المعرفة . وتبقى هذه المعطيات الحسية منعزلة عن بعضها ، غير مترابطة ، لان الوضعية لا تجيز تعميم الخبر واستنتاج القوانين . اما العالم الخارجي الواقعي الموجود موضوعيا فهو في راي الوضعيين ليس من المعطيات ، لان الاحساسات لا تدرك الا الاشياء الجزئية .

نشأت الوضعية كرد فعل لخيبة الامل في الفلسفات التقليدية التأملية التي عجزت عن حل المشاكل الفلسفية التي اثارها تقدم علوم الطبيعة . وقد تعمقت خيبة الأمل هذه بالاكتشافات الكبيرة التي انجزتها الفيزياء في بداية القرن العشرين ، في المجالين العملي والنظري ، ولا سيما بعد تطوير النظرية النسبية والنظريةالكوانتية ، وما استوجبته من اعادة النظر في العديد من المفاهيم الفلسفية

الخاصة بالعلم كالسببية والحتمية والقانون وغيرها، وما طرحته من اسئلة تمس اسس العلم مثل : ما هي النظرية العلمية ؟ وكيف تبنى ؟ وكيف ترتبط النظرية بالواقع العملي ، التجربة ؟

وقد ادى تطور المنطق الرياضي وتطبيقاته على المسائل الرياضية الاساسية ودخول الرياضيات في علوم الطبيعة ، الى نشوء تيار وضعي جديد ، الوضعية المنطقية ، يعتبر التحليل المنطقي للمسائل الفلسفية غاية الفلسفة واسلوب عملها الوحيد ، مستهدفا بذلك وضع حد للتأملات الفلسفية الضبابية القديمة التي لا تجدى نفعا ولا تؤدي الى نتيجة علمية واضحة . وقد ذهب الوضعيون الجدد الى وجوب الفصل بين المسائل العلمية الحقيقية والمسائل « الميتافيزيقية » التي « لا معنى لها » حسب تعبيرهم . الا ان مصطلح « الميتافيزيقية » امتد عندهم الى جميع المسائل التي تتعلق بالواقع الموضوعي وعلاقته بالفكر بحيث اعتبرت هذه مسائل « لا معنى لها ». وقد اعلنوا ان الفلسفة «حيادية » في نظرتها للعالم وتقف « فوق الايديولوجيات » وحرموا عليها بحث المسائل الاجتماعية ، هذا بالرغم من ان ادعاءهم بالحياد ورفضهم للميتافيزيقيا لا يؤيده واقعهم : اي انتماءاتهم ومسلكهم الاجتماعي والسياسي .

ان الكفاح ضد التأملات الضبابية والغامضة ، والصرامة في صياغة المفاهيم ، والاعتماد على الخبر العملية الاكيدة ، ونبذ الفرضيات التافهة ، هذه كلها جوانب ايجابية حاول الوضعيون الجدد التأكيد عليها ، رغم انهم لم يلتزموا بها . ولذلك فليس من الغريب ان العديد من الفيزياويين والرياضيين ، ومفكرين اخرين (هايزنبرك ، بور ، كودل) من الذين لم يرضهم عقم الفلسفات التأملية التقليدية ، التي لا تقدم حلا لمشاكل العلم ، وطمحوا الى فلسفة تتفاعل مع العلم ، اعتقدوا ان الوضعية الجديدة ضالتهم المنشودة واعتبروها فلسفة العلم الحقيقية .

غير ان المنطلق الاساسي ، التجريبي ، للفلسفة الوضعية بكل اشكالها ، واختزال واجب الفلسفة الى التحليل المنطقي للغة ، كما تذهب اليه الوضعية المنطقية ، يسلبها حق الادعاء بكونها « فلسفة العلم » ولا يساعد على تطور العلم ، كما لا يصح ان يكون اساسا لبناء فلسفة علمية . ان محاولة ممثلي الوضعية الجديدة جعل الفلسفة « علمية » قد انتهت بهم الى نكران كون الفلسفة علما .

وتعبر الوضعية عن صفتها المعادية للعلم باصرارها على البقاء في المستوى التجريبي ورفض التعميمات النظرية ، وفصل الاشياء والظواهر من

علاقاتها التاريخية وارتباطاتها ببعضها ، والنظر اليها باعتبارها اشياء وظواهر منفردة . وكلمة كارناب ، وهو من ابرز ممثليها : « ليس في العلم عمق ، انما هو سطح فقط » تعبر عن هذا الاتجاه تعبيرا مركزا واضحا . فالوضعية لا تعترف بوجود حقائق وراء الظواهر وترمي الى اقتصار التفكير على الظواهر السطحية للعمليات الطبيعية والاجتماعية دون الغوص الى اسبابها وارتباطاتها وقانونياتها .

وبنفس الاتجاه تستهدف الفلسفة الوضعية اختزال الظواهر الاجتماعية الى ظواهر اشخاص منفردين ، والعلاقات الاجتماعية الى علاقات بين افراد . وان محاولة الوضعيين الجدد اختزال جميع العلوم ، بما في ذلك العلوم الاجتماعية ، الى الفيزياء تمثل تعميقا لاتجاه الوضعية في نكران وجود قوانين موضوعية خاصة للمجتمع وتطوره .

لقد اثرت الفلسفة الوضعية الجديدة على ممثلي مدرسة كوبنهاكن مدة طويلة تاثيرا غير قليل. ويجب ان نشير بهذا الصدد الى ان مدرسة كوبنهاكن لا تمثل نهجا فلسفيا موحدا تماما ، وان تفسير كوبنهاكن للميكانيك الكوانتي ينطوي على تعدد في الاتجاهات الفلسفية يمتد من اراء وضعية متطرفة كما هي الحال مع يوردان ، الى بعض المواقف المادية غير الثابتة كما هي الحال مع بورن .

كما ان اراء العديد من ممثليها لم تبق هي هي دائما ، بل تطورت وتبدلت مع الزمـــن ، مع عزوف عن الوضعية المتطرفة وميل نما عند البعض نحو المادية (بور ، بورن)

ما يلي ابرز نظرات مدرسة كوبنهاكن للاحداث في العالم الصغير

أ ــ ان جسيمات العالم الصغير لا تكتسب واقعا موضوعيا الا حينما تسجل بواسطة جهـاز مختبري ويحس بها احساسا ماكرسكوبيا (القياس او المشاهدة) .

ب ــ لايمكن الفصل فصلا قاطعا بين المُشاهِد (الانسان او الجهاز) والمُشاهَد (الدقيقة ، الذرة) اي بين الذات والموضوع ، وان الســتم (الدقيقة مثلا) ليس له واقع موضوعي مستقل عن المشاهد .

ج ــ التفاعل بين الجسيم الصغير وجهـاز القياس يخلق اضطرابا في الجسيم لا يمكن السيطرة علبه او معرفته مقدما

د ــ للمشاهد امكانيــة الاختيــار الحر بين ترتيبين مختبريين مختلفين يؤدي كل منهما الـى معلومات عن الجسيم المكرسكوبي تتنافى مع مــا يؤدي اليه الترتيب الاخر ، الا انهما تكملان بعضهما (مبدأ التكميلية) .

هـ ــ الاحصاء والسببية ، او الاحتمال والحتمية ، متناقضان يتنافى احدهما مع الاخر بصورة مطلقة ، ولا يمكن التوفيق بينهما . وان قوانين الميكانيك الكوانتي الاحصائية تعني اللاحتمية واللاسببية في احداث العالم الصغير

و ــ واجب الفيزياء ينحصر في وصف الروابط بين الاحساسات وصفا شكليا. اما الواقع الموضوعي الذي هو مصدر هذه الاحساسات ، وامكان معرفة هذا الواقع فينبذ من تفكير البعض باعتباره تأملات « غير ذات معنى » .

لنتفحص الان مدى انطباق هذه السمات على اراء ابرز ممثلي مدرسة كوبنهاكن .

كتب يوردان P. Jordan : « الاشياء والاحداث في العالم الكبير وحدها لها حقيقة بالمعنى الدقيق المعتاد للكلمة . ففيها وحدها يصح القول بوجود موضوعي وحدث موضوعي مستقل عن المشاهد اما الكيان المكرسكوبي والحدث المكرسكوبي المنفردان فيفتقدان التثبت الموضوعي ولا يكتسبان صفة الحقيقة التامة الا في التجارب النادرة الاستثنائية ، حينما يولدان اثارا تشاهد في العالم الكبير »(١) .

وقد ذهب هايزنبرك W. Heisenberg :

الى انه لا يمكن ان توجد « فيزياء موضوعية » اي انه من غير الممكن وضع حد فاصل حاسم بين الموضوعي والذاتي ، وان الفيزياء الذرية لا تعالج بنية الذرات، بل احداثا نحس بها عند المشـــاهدة ، وليس من الممكن جعل عملية المشاهدة عملية موضوعية ، ولا يمكن اعتبار نتائجها شيئا واقعيا بصورة مباشرة . وقد كتب : « تنحصـــر مهمـة الفيزياء في وصف الترابط بين الاحساسات وصـــفا شكليا فقط . وبامكاننا ايجاز الواقع الحقيقي كما يلي بما ان جميع التجارب تخضع لقوانين الميكانيك الكوانتي ، اصبح خطأ قانون السببية مثبتا اثباتا قاطعا »(٢) .

ومما يجلب الانتباه ان افكار هايزنبرك بهذا الخصوص خليط عجيب من افكار متناقضة ، مثالية ومادية . فهو يكتب عن الذرة مثلا : « في الجوهـر نجد ان الدقيقة الاولية ليست جسيما ماديا فـي الفضاء والزمان ، وانما هي ، بشكل من الاشكال ، مجرد رمز تتخذ قوانين الطبيعة عند تقديمه شكلا سهلا واضحا . . . ان خبرات الفيزياء الحديثة تبين لنا انه لا وجود للذرات كاشياء جسيمية بسيطة . الا ان تقديم مفهوم الذرة يمكننا من صياغة القوانين التي تحكم المعطيات الفيزياوية والكيمياوية صياغة سهلة»(٣) . ولكنه يكتب في نفس المقال : «ان الشرط

المسبق للتدخل الفعــال العمــلي في العالم المادي والموجه لاغراض عملية هو المعرفة الواعية للقوانين الطبيعية المصاغة بقالب رياضي »(٤) وهذه فكرة مادية تماما وكتب في مكان اخر « العلم يمثل بشكل من الاشكال ، محاولة لوصف العالم في المدى الذي يكون فيه هذا العالم مستقلا عن فكرنا وعملنا . اما حواسنا فليست سوى وسيلة محدودة الكمال ، تمكننا من اكتساب المعرفة عن العالم الموضوعي »(٥). وهذه فكرة مادية ايضا تنسجم مع المفهوم المادي عن العالم الموضوعي .

وطالب نيلز بــور N. Bohr بالكف عــن وصف الاحداث الطبيعية وصفا سببيا في الفضــاء والزمان ، واعتبر الســـببية « مكملة » للوصف الفضازماني ، بحيث يتنافى احدهما مع الاخر . قال بور « تبعا لجوهر النظرية الكوانتية يجب علينا ان ننظر الى الوصف الفضائي الزماني ومطلب السببية، اللذين كان اتحادهما احد المعالم الرئيسية للنظريات الكلاسيكية ، باعتبارهما شيئين « متكاملين » ولكن يتنافى احدهما مع الاخـــر في وصف محتـــوى التجارب »(٦) . وذهب بور الى ان الميكانيك الكوانتي لا يزودنا الا بخطة للحساب تربط بطريقة احصائية (احتمالية) مجموعة من الظواهر ــ التي توصــف كلاسيكيا ــ بمجموعة اخرى . ولا يستطيع المــرء

ان يقول ان هناك جسما كوانتيا (الكترون مثلا) فهذا هو مجرد اسم نشأ عن وصف الظاهرة .

اما ماكس بورن M. Born : وهو احد مؤسسي الميكانيك الكوانتي وصاحب التفسير الاحصائي ، فكان رغم اتصاله الوثيق بممثلي مدرسة كوبنهاكن ، الى حد بعيد معارضا للاتجاه الفلسفي الوضعي فيها ، ومدافعا الى حد بعيد عن المادية في تفسير الفيزياء الحديثة . فقد كتب عن الوضعية : « الوضعية بمعناها الدقيق تنكر واقعية العالم الخارجي الموضوعي ، او انها على الاقل تنكر امكانية قول شيء عن هذا العالم . وقد يظن انه لا يوجد احد من الفيزياويين من يؤمن بهذه الاراء ، ولكن الحقيقة انه يوجد عدد منهم كذلك ، بل اصبحت هذه الفلسفة هي المودة الشائعة بينهم ... ان الوضعية المتطرفة التي لا تعترف بغير الاحاسيس كحقيقة ، وتعتبر كل ما عداها تراكيبا لربط هذه الاحاسيس ربطا منطقيا، لا تعدو عن كونها فلسفة تتناقض بصورة واضحة مع الفلسفة التي تستهدف تعميم الحقائق. انها فلسفة ذاتية بدرجة عالية »(٧) .

رفض بورن الحتمية ولكنه اعترف بالسببية . فقد كتب يقول « يبدو لي الان ان المساواة بين الحتمية والسببية يؤدي الى الخطأ »(٨) و « أن الميكانيك الكوانتي الجديد لا يسمح بتفسير حتمي .

ولكن بما ان الفيزيـــاء الكلاسيكية قد ساوت بين السببية والحتمية ، بدا وكأن اللحظة الاخيرة للتفسير السببي للطبيعة قد حلت . اني لا اشاطر هذا الراي ... أن الفهم الميكانيكي الحتمي قد اتى بفلســفة تغض عينيها عن الحقائق التجريبية الواضحة . غير ان فلسفة اخرى لا تقتصر على رفض الحتمية ، بل ترفض اية سببية ايضا ، تبدو لي كذلك حمقاء »(٩). و « ان الذي يجب رفضه حقا هو حتمية الفيزيـاء الكلاسيكية ... والمفهوم الساذج للواقع ، الـذي يذهب في ادراكه لدقائق الفيزياء الذرية كما لـو كانت هذه حبات رمل صغيرة جدا »(١٠) .

علاوة على ذلك فبـــورن يرى ان الموديلات (النماذج) والصور الفيزياوية والفرضيات ليست نتاجا للتخيل الحر ، بل لها محتوى موضوعـي و « تمثل اشياء حقيقية » .

ويعتقد بورن ان علم الطبيعة يبحث في احداث موجودة وجودا موضوعيا حقيقيا ، وان الاحساسات والمشاهدات هي دلائل لعالم خارجي .

وان ثنائية الدقيقة ـ الموجة ليست دليلا ضد اي منهما بل تكشف عن البنيـــة المعقـــدة للعالم الفيزياوي الموضوعي ، وان الدقائق والامواج ليست خلقا فكريا بل انها موجودة في الواقع .

وان الباحث الذي يقوم بتجربة لا يقف موقف

المتفرج منها ، بل يؤثر على الحدث الذي يريد فحصه . هنا يلتقي بورن بعض الالتقاء بتيار كوبنهاكن الوضعي .

لقد وقف العديد من الفيزياويين ضد الاتجاه الوضعي لمدرسة كوبنهاكن في تفسير الميكانيك الكوانتي . وبالرغم من ان غالبية الفيزياويين قد قبلت بالتفسير الاحصائي للدالة الموجية ، الا ان بعضهم لم يكتف به ، ورأى فيه تفسيرا اجماليا ، يجب ان يحل محله تفسير حتمي صارم . وكان اينشتاين على راس معارضي مدرسة كوبنهاكن .

لم يرفض اينشتاين الميكانيك الكوانتي رفضا قاطعا ، بل كان يعتبره من انجح النظريات الفيزياوية في هذا العصر ، وقد اعترف باهميته في تفسير المسائل الفيزياوية المرتبطة بثنائية الدقيقة ـ الموجة واكد على نجاحه في مجالات مختلفة من الفيزياء . وكتب قبل وفاته بقليل « انني اعترف اعترافا كاملا بالتقدم الهام جدا الذي اتت به النظرية الكوانتية الاحصائية للفيزياء النظرية ... ان العلاقات الشكلية المحتواة في هذه النظرية ـ اي صياغتها الرياضية ـ يجب ان تحتويها اية نظرية مفيدة مقبلة بشكل نتائج منطقية»(١١) وقد كان اينشتاين ينظر الى علاقة اللادقة لهايزنبرك باعتبارها حقيقة « ثبتت صحتها بصورة نهائية »(١٢) .

غير انه كان من الناحية الاخـــرى لا يرى في الدالة الموجية وصفا كاملا لدقيقة مفردة ، بـــل لمجموعة ، ولهذا السبب نشأت ـ حسب رايه ـ الصفة الاحصائيـــة للميكانيـــك الكوانتي . وكان اينشتاين يرى ان الاحصاء لا يصح ان يكون اساسا لتطور الفيزياء ، واعتقد بامكان ايجاد نظرية تستطيع التعبير عن حركة جسم منفرد بواسطة دالة متصلة فضائيا وزمانيا ، في الوقت الذي كان يرى ممثلـو مدرسة كوبنهاكن في النظرية الكوانتية الاحصائية حلا نهائيا للمشاكل الفيزياوية في الحقل الذري . ولم ير اينشتاين سببا يدعو الى الاعتقاد بأن قاعدة الفيزياء ستبنى في المستقبل على الاحصاء . واعتقد ان هذه النظرية لا تقدم منطلقا مفيدا لتطور الفيزياء اللاحق.

يرى اينشتاين في الاحتمال الذي تتضمنـــه النظرية الكوانتية الاحصائيـــة شيئا يتعارض مع الخضوع للقانون ويتنافى معه . فقد كتب الى ماكس بورن مرة « لقد تطورنا في عملنا العلمي حتى اصبحنا نقيضين . انت تؤمن باله يلعب النرد وانا اؤمن بوجود موضوعي في العالم خاضع للقوانـين اسعى لاكتشافه . . ان النجاحات الاولى للنظرية الكوانتية ليس باستطاعتها ان تقودني الى الايمان اساسا بلعبة النرد »(١٣) .

لاينشتاين مأثرة كبيرة في الفكر العلمي ، وهي كفاحه ضد الاتجاه الوضعي الذي ساد في مدرسة كوبنهاكن ، وبذلك وقف بجانب الاتجاه العلمي المادي في تفسير قوانين الفيزياء . وقد كتب بهذا الخصوص : « تقوم في بدء تفكيري موضوعة يرفضها معظم النظريين المعاصريين ، وهي انه هناك شيء مثل (الحالة الواقعية) لسستم فيزياوي ، يوجد موضوعيا ومستقلا عن كل مشاهدة او قياس ، ويمكن وصفه مبدئيا بواسطة التعابير الفيزياوية»(١٤)

ومن الواضح ان مفهوم « الحالة الواقعية » لدى اينشتاين هنا يطابق مفهوم « المادة » في الفلسفة المادية ، حيث تعرف بكونها الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه . ويؤيد الاتجاه الفلسفي المادي لدىاينشتاين مقولته التي اوردناها قبل قليل ، اذ جاء فيها « انا اؤمن بوجود موضوعي في العالم خاضع للقوانين اسعى لاكتشافه » . اي ان اينشتاين لا يقتصر على الاعتراف بوجود المادة موضوعيا ، بل يعترف ايضا ان حركة المادة خاضعة لقوانين موضوعية ، وان الانسان يستطيع اكتشاف تلك القوانين . وقد كتب ضد التيار الوضعي صراحة ، قائلا : « ان ما لا يعجبني ... هو الموقف الوضعي الذي لا يستطيع الصمود ، والذي يظهر لي مطابقا لمقولة بركلي : الوجود هو مايحس به»(١٥).

يجب التنويه هنا بأن عددا غير قليل من كبار الفيزياويين ، اضافة لاينشتاين ، وقف ضد تفسير مدرسة كوبنهاكن للميكانيك الكوانتي ، وضد الاتجاه الفلسفي الوضعي السائد فيها ، منهم بلانك ودي بروغلي و ترلتسكي وبوم وفيجييه . وقد حاول دي بروغلي مع بوم وفيجييه التوصل الى وصف حركة الدقيقة المفردة بافتراض وجود « عوامل خافية » . وحاول بوم ، على النقيض من شرودنكر، تفسير الميكانيك الكوانتي باجمعه على اساس التصور الدقائقي الاعتيادي .

الفصل الخامس

المسائل الفلسفية في نظرية النسبية

نظرية النسبية

نظرية النسبية نظرية فيزياوية عن الرابطة بين الفضاء والزمان والحركة (النسبية الخاصة ١٩٠٥)، واعتماد البنية الهندسية للفضاء على توزيع المادة في الكون كنظرية للجاذبية (النسبية العامة ــ ١٩١٥)

كان فشل تجربة مايكلسون ــ مورلي ، التي اريد بها قياس سرعة الارض المطلقة في « الاثير الساكن » منطلقا للفيزياوي الهولندي لورنتس لوضع

التحويلات المعروفة باسمه (تحويلات لورنتس) التي حاول بها ان يفسر فشل هذه التجربة بتقلص اطوال الاجسام باتجاه حركتها (تقلص لورنتس ــ فتزجرالد) وبالتالي ثبات سرعة الضوء عند قياسها من اي مرجع قصوري وكان ذلك في الجوهر محاولة من لورنتس لتفسير نتيجة التجربة مع المحافظة على اسس الميكانيك الكلاسيكي وفكرة الاثير .

اما اينشتاين فقد افترض ــ في النسبية الخاصة ــ ثبات سرعة الضوء افتراضا ، وعمم مبدأ

النسبية الغاليلي الكلاسيكي (القائل بأن قوانين الميكانيك تبقى هي هي في جميع المراجع القصورية) بحيث اصبح يشمل جميع قوانين الفيزياء واستنتج من هاتين الفرضيتين استنتاجات لم تكن ممكنة من وجهة نظر الميكانيك الكلاسيكي (نسبية المسافة والزمن وآنية الاحداث ، وعلاقة الكتلة بالسرعة ، وعلاقة الكتلة بالطاقة) وقد حققت جميع هذه الاستنتاجات ـ التنبؤات ـ علميا التحولات النووية (القنبلة الذرية والمفاعلات ..) ، وسلوك الدقائق في المعجلات الكبيرة ، وقياس عمر الميزونات ،...

كانت نظرية النسبية الخاصة نفيا جدليا لميكانيك نيوتن الكلاسيكي ، لانها ، اذ حلت محله ، حافظت عليه كحالة خاصة حدية للاجسام التي تتحرك بسرع بطيئة جدا بالمقارنة مع سرعة الضوء ، ووسعت مجال عمل تحويلات لورنتس التي كانت بالاصل تصح على الالكتروديناميك فقط ، فأصبحت تشمل جميع حقول الفيزياء .

واذ عمم اينشتاين مبدأ النسبية الغاليلي نشأت مسألة ما اذا يمكن تعميم هذا المبدأ تعميما اوسع بحيث لا يبقى مقتصرا على المراجع القصورية، بل يصح على اي مرجع مهما كان نوع حركته . وكانت هذه المسألة منطلقا لعمل اينشتاين لاقامة

نظرية النسبية العامة . وقد نجحت هذه النظرية في تفسير الظواهر الفلكيـــة الدقيقة التي لا يمكـــن تفسيرها حسب الميكانيك الكلاسيكي (انحناء شعاع الضوء في المجال الجاذبي ، دوران فلـك عطارد ، الازاحة الحرارة) واصبحت تعتبر نظرية عامـة للجاذبية . واهم انجازاتها النظرية هو اثباتهـــا الحقيقة المعروفة تجريبيا عن تكافؤ الكتلة القصورية والكتلة التجاذبية (التثاقلية) . كما يمكن اشتقاق قانون نيوتن للجاذبية وقوانين نيوتن للحركة منها كحالات حديـــة خاصـــة . امـا الاستنتاجات الكوسمولوجية التي يمكن اشتقاقها من نظريـــة النسبية العامة فكلها الان افتراضية (مثـلا هل الكون نهائي او لا نهائي) ، ولا يمكن استنتاجها الا باضافة فرضيات اخرى على هذه النظرية .

يقوم الميكانيك الكلاسيكي ونظرية النسـبية الخاصةوالعامة بالنسبةلبعضها كحقائق نسبةمختلفة الدرجة ، وتنفي بعضها بعضا جدليا فالميكانيك الكلاسيكي حقيقة نسبية تعكس جوانب معينة من الواقع الموضوعي بصورة صحيحة ، الا انه ينفي من قبل النظرية النسبية الخاصة في الاحداث التـي تشتمل على سرع كبيرة تقارب سرعـــة الضوء . والنسبية الخاصة نفسها حقيقـة نسبية تصح في الاماكن التي يمكن اهمال الجاذبية فيها . فاذا اخذت

المجالات الجاذبية بعين الاعتبار ، نفيت النسبية الخاصة بواسطة النسبية العامة .

من الجوانب الفلسفية لنظرية النسبية انها تفند الاراء « الاصطلاحية » عن جوهر الهندسة ، وتبين جذورها المادية فمسألة مدى صحة الهندسة ، اي مدى انطباقها على الواقع الموضوعي (لا مسألة امكان وضع بديهيات واشتقاق نظام متسق من المفاهيم منها خال من التناقض) قد سلمت للفيزياء اذا جاز التعبير : وبكلمة اخرى ان نظرية النسبية العامة جعلت هندسة الفضاء تتحدد بواسطة الواقع الفيزياوي . وبهذا فلا مكان للافكار الذاتية في هذا الميدان .

ان تسمية هذه النظرية بـ « نظرية النسبية » لا تعكس الا جانبا واحدا من فحواها : نسبية الفضاء والزمان والكتلة. . مما لم يمكن التفكير به كلاسيكيا. اما الجانب الاخر ، وهو اشمل واعم ، فيعبر عن العلاقة بين المفاهيم ، المقادير ، الفيزياوية المعنية ، وهي علاقة مطلقة مستقلة عن المشاهد وحركته (مطلب بقاء قوانين الفيزياء هي هي في مختلف المراجع) .

اصبحت نظرية النسبية وسيلة مفضلة لدى البعض لتبرير الاتجاهات المثالية والذاتية . فقد

اسند اليها الزعم بأن كل شيء يعتمد على وجهة نظر المشاهد ، او على القياس . غير ان الجانب الذاتي هنا لا يلعب في الواقع اي دور ، لان الذات (الشخص المشاهد) يمكن ان يستعاض عنها بجهاز تسجيل دون ان تتغير النتيجة .

وحاولت الوضعية ان تسجل لها مأثرة في نبذ النسبية الخاصة لفكرة الاثير ، باعتبار ان مقولتها « ما لا يشاهَد ليس له وجود » قد تحققت ، والاثير لم يشاهد . غير ان هذه الجملة تصح حينما تعكس اي « لا يشاهَد ما ليس لـه وجـود » فاينشتاين لم يعتبر شيئا لم يستطع مشاهدته كشيء غير موجود ، بل ان هذا الشيء (الاثير) كان وجوده افتراضيا محضا ومشكوكا فيه .

ويحاول بعض اخر . « اختراع » تفسير غيبي ظلامي ، للمتصل الفضازماني رباعى الابعـــاد في النسبية الخاصة ، حيث يمسي هذا المتصل عن عمد « فضاء » رباعي الابعاد ، يحل في البعدالرابـع منه ملكوت الارواح والجن .

وينتشر في الفلسفة البرجوازية المعاصرة الراي (ف . فرانك) القائل بأن نظرية النسبية يمكن ان تفسر ماديا ومثاليا على السواء . غير ان هذا القول

خاطيء لان نظرية النسبية تستهدف دراسة الفضاء والزمان والكتلة والطاقة وعلاقتها بالمادة والحركة وهذه لا يمكن ان تفسر مثاليا ،ونتائج نظرية النسبية تناقض جميع الموضوعات المثالية عن الفضاء والزمان وعلاقاتهما ، وتؤيد الاراء الفلسفية المادية .

تنتج من نظرية النسبية ايضا بعض النتائج المبدئية بخصوص السببية ، وذلك انطلاقا من نهائية سرعة الضوء ، اي : اذا كان هناك حد أعلى للسرعة المادية فلا يمكن ان يمارس كل شيء على كل شيء تأثيرا بصورة مطلقة، وهذا كما يصوره «مخروط الضوء»، لا يكون ممكنا الا داخل المخروط الامامي . لذلك توجد رابطة اساسية بين البنية الفضازمانية لاجزاء الكون وبنيتها السببية .

الفضاء والزمان

ا ـ فيزياويا :

الفضاء متصل ثلاثي الابعاد : فهو متصل لانه يوجد لكل نقطة فيه عدد غير محدود من النقاط المجاورة التي يمكن ان تقترب منها ما شاء المرء . وهو ثلاثي الابعاد لان موقع اية نقطة فيه تتحدد بثلاثة احداثيات x,y,z .

عند البحث في مسالة الفضاء يحدث احيانا خلط بين الفضاء الفيزياوي ومختلف الفضاءات الرياضية التي تجد لها استعمالات في الفيزياء الحديثة . فهناك مثلا فضاء الطور Phase Space (في الفيزياء الاحصائية والثرموديناميك) وفضاء هلبرت (الميكانيك الكوانتي) والفضاء الايسوتوبي (الفيزياء النووية) ، الخ . هذه الفضاءات التجريدية التي تلعب دورا هاما في الفيزياء الحديثة لها خواص رياضية تشترك فيها مع الفضاء الفيزياوي .

الفضاء والزمان في نظرية النسبية الخاصة :

الفضاء في النسبية الخاصة ليس مطلقا ، اي ليس مستقلا عن المرجع . وكذلك الزمان فهو ليس مستقلا عن المرجع ايضا وهكذا يصح القول ان النسبية الخاصة قد ازالت الفضاء المطلق ، تماما كما يقال انها الغت « الاثير » من معجم الفيزياء . فعند الانتقال من مرجع قصوري الى مرجع قصوري اخر لا يتغير الفضاء وحده بل الزمان ايضا . ومعادلات التحويل التي تطبق هنا هي معادلات لورنتس . وتعطي هذه التحويلات فكرة عن ارتباط الزمان والفضاء ببعضهما ، يتجلى هذا الامر بوضوح اكثر حينما ننظر الى المعادلة الخاصة بتحويل الزمن :

$$t' = \frac{t - v x / c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

فهنا نجد ان الزمن يعتمد على السرعة النسبية للمرجعين وعلى المسافة بينهما . كما يتجلى ارتباط الزمان بالفضاء في النسبية الخاصة في مسألة « التواقت » . فالفارق الزمني هنا ايضا يعتمد على السرعة النسبية للمرجعين وعلى المسافة بين موضعي الحادثتين

$$\Delta t = \frac{v(x_1 - x_2)/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

لهذا فالفضاء والزمان في النسبية الخاصة متصل « فضازماني » رباعي الابعاد يكون فيه الفضاء والزمان غير قابلين للفصل موضوعيا .

« عالم » منكوفسكي رباعي الابعاد :

دعى منكوفسكي Minkowski المتصل الفضازماني رباعي الابعاد الذي تجرى فيه الاحداث الفيزياوية « عالما » والحدث الذي يتم في نقطة من نقاطه « نقطة العالم » . فنقطة العالم هذه تطابق نقطة في فضاء ثلاثي الابعاد ولحظة زمنية معينة . وكل حادثة في عالم منكوفسكي تحدد بأربعة احداثيات ، ثلاثة منها فضائية x, y, z وواحد منها زماني t وقد ادرك منكوفسكي ان «العالم» رباعي الأبعاد شبيه في خواصه «الشكلية»

بالفضاء الهندسي الاقليدي ثلاثي الابعاد . هذا الشبه يكمن في عدم تغير invariance ، او ثبات ، العبارة الرياضية الخاصة بالمسافة في هندسة اقليدس بالنسبةلانتقال ودوران محاور الاحداثيات :

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$$

وثبات العبارة الرياضية في النسبيةالخاصة بالنسبة لتحويلات لورنتس :

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$$

والمقدار الاخير في هذه المعادلة يقصد به ما يلي :

$$x_4^2 = - c^2 t^2$$

$$x_4 = \qquad ; \quad (i = \sqrt{-1})$$

فالكمية الخيالية ict تمثل الاحداثي الزمني للحادثة . وهنا يكتسب احداثي الزمن نفس اهمية اي من الاحداثيات الفضائية وتسمى الكمية s « مسافة » بين حادثتين في «العالم» رباعي الابعاد . ان كون احداثي الزمن في المتصل الرباعي خياليا يعبر عن حقيقة ان لاحداثي الزمن خواصا تختلف نوعيا عن خواص الاحداثيات الفضائية الثلاثة والمتصل الفضازماني رباعي الابعاد في نظرية النسبية الخاصة ليست له مقاييس اقليدية ، ولهذا ينعت بكونه « اقليديا زائفا » pseudo-euclidian ولهذا السبب لا يمكن

النظر الى عالم منكوفسكي كفضاء رباعي اقليـدي (باحداثيه الخيالي للزمن) الا من الناحية الشكلية فقط ان تحويلات لورنتس تطابق دورانا لنظام الاحداثيات في عالم منكوفسكي الرباعي

عالم منكوفسكي منسجم homogeneous وايسوتروب isotropic فكل نقطة فيـه تشابه النقطة الاخرى ، وكل اتجاه فيه يكافيء الاتجاه الاخـر

ان الانسجام والايسوتروبي ـ وهي خواص تناظرية يتمتع بها الفضا زمان ـ ترتبط ارتباطـا وثيقا بقوانين الحفظ في الفيزياء. فمن تناظر الفضازمان الفيزياوي تستنتج قوانين الحفظ هذه . وكل قانون من قوانين الحفظ يستلزم دائما نوعا من التناظر

ان حفظ الزخم يعني انسجام الفضاء، وحفظ الطاقة يعني انسجام الزمان . هذان القانونان لحفظ الطاقة والزخم يندغمان في قانون واحد هو قانون حفظ فكتور الطاقة ـ الزخم رباعي الابعاد . ومن هنا اتى انسجام الفضا زمان (عالم منكوفسكي) في نظريـة النسبية الخاصة .

الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة :

نظرية النسبية العامة نظرية فيزياوية للفضازمان غير المنسجم ، ومتصل الفضازمان في هذه النظرية غير اقليدي .

صفات الفضاء حسب نظرية النسبية العامة ليست مستقلة بذاتها ، بل انها مشروطة بالمادة فالمادة تحدد البنية الهندسية للمتصل الفضازماني كما تحدد البنية الهندسية للفضازمان حركة الاجسام والمجالات هذه الحقيقة تبين الفرق بين النسبية العامة والخاصة ، حيث بنية الفضازمان في النسبية الخاصة مستقلة تماما عن المحتوى المادي .

ولهذا السبب لا يمكن تحديد وتعريف زمان كوني في النسبية العامة بصورة مطلقة غير مشروطة. وهذا هو فرق مهم اخر بين النسبية العامة والنسبية الخاصة . « في كل مجال جاذبي قد تبطيء الساعة او تسرع تبعا للنقطة التي تكون فيها الساعة ساكنة. ان تعريفا معقولا للزمن بمساعدة ساعات ساكنة بالنسبة للمرجع يصبح لذلك غير ممكن . وتنشأ صعوبة مماثلة حينما نحاول هنا تطبيق تعريفنا القديم عن التواقت »(١) .

ان مخروطي الضوء في نظرية النسبية العامة ليسا متناظرين بالنسبة للماضي والمستقبل في المدى الواسع وهذا يعني ان بنية الفضازمان تتصف باللاتناظر العام بالنسبة للماضي والمستقبل ، وهذا اللاتناظر قد يستفاد منه لتعريف اتجاه الزمان .

من الممكن تلخيص فكرة الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة لاينشتاين كما يلي :

الفضاء والزمان يمارسان تاثيرا على الاجسام، ويعانيان تأثيرا من الاجسام . يندغم الفضاء والزمان في متصل فضازماني رباعي الابعاد ، يمكن ان ينعت بكونه منسجما في المجالات الصغيرة جدا ، اما في المدى الواسع فهو بسبب انحنائه غير منسجم ، ويحدد انحناء المتصل الفضازماني بواسطة المادة .

من المفيد في هذا الموضع ان نقارن بين خواص الفضاء في النسبية الخاصة وخواصه في النسبية العامة ملخصة بكلمات اينشتاين : «حسب الميكانيك الكلاسيكي وحسب نظرية النسبية الخاصة يحوز الفضاء (الفضازمان) وجودا ذاتيا مستقلا عن المادة او المجال ومن اجل ان نستطيع وصف مالىء الفضاء ... ينبغي ان نفترض مقدما ان الفضازمان او المرجع القصوري موجود اصلا بصفاته الهندسية ... اما حسب نظرية النسبية العامة فليس للفضاء

وجود خاص مقابل مالىء الفضاء ... فاذا افترض زوال المجـــال الجاذبي فلا يبقى فضـــاء كفضاء منكوفسكي ، بل لا شيء ابدا .... ان فضاء خاليا ، أي فضاء دون مجال ، ليس له وجود »(٢) .

فالفكرة الاساسية في النسبية العامة هي ان كل الاجسام والمجالات اللامتريكية (غير الهندسية) تحدد البنية الهندسـية للفضازمـان ، وجميـع المجالات الفيزياوية تتأثر بدورها بالمجال الجاذبي ، أي بالبنية الهندسية للفضازمان غير ان تأثـر الاجسام والمجالات الفيزياوية بالمجال الجـاذبي في نظرية النسبية العامة لا يذهب الى حد ان الاجسام والمجالات الفيزياوية غير الجاذبية تفقد شخصيتها وتصبح نتاجا للمجال الجاذبي ، بالرغم من ارتباط هذا بها وتأثيره عليها . ففي هذه النظرية يبقى كل من الكميات الفيزياوية والهندسية قائما بذاتـه ، وتعبر عن هذه الحقيقة معادلات المجال الواردة في هذه النظرية :

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = - k T_{ik}$$

فالطرف الايمن من هذه المعادلة يمثل كثافة الطاقة والزخم والجهد لكل المجالات والاجسام الفيزياوية التي هي هندسية بطبيعتها . اما الطرف الايسـر فيحتوي التنسور الاساسي المتريكي ومشتقاته ، وهو يعبر عن المجال الجاذبي وعن البنية الهندسية للمتصل الفضازماني

الفضاء والمادة في نظرية المجال الموحد والجيومتروديناميك

ان ظهور كميات فيزياوية الى جانب الكميات الهندسية في معادلات اينشتاين للمجال في نظرية النسبية العامة تبين ان هذه النظرية ليست نظرية هندسية صرفة . وقد كان اينشتاين نفسه يعتقد ان نظريات المجال الراهنة غير وافية ، لان قوانين المجال تصف الفضاء المحيط بمصدر المجال وتفشل في وصف المصدر نفسه (الشحنة الكهربائية بالنسبة للمجال الكهربائي ، والكتلة بالنسبة للمجال الجاذبي مثلا) . وذهب الى ان هذا الوضع مرتبط بثنائية الدقيقة ـ المجال السائدة في الفيزياء . وايمانا منه بضرورة التغلب على هذه الثنائية ، ذهب اينشتاين الى وجوب خلق فيزياء مجالية خالصة ، اي وضع نظرية تصح معادلاتها على المجال وعلى مصدره على السواء، معتبرا المصدر (الشحنة والكتلة) منطقة يتكثف فيها هذا المجال . وبهذا اراد ان يبني كل الفيزياء على مفهوم واحد هو مفهوم المجال ، بحيث ان هذا يشمل كافة المجالات الكهربائية المغناطيسية والجاذبية ، كما يشمل مصادرها ايضا . وبهذا يستطيع تفسير جميع الظواهر والعمليات الفيزياوية بنظرية واحدة (نظرية المجال الموحد بدل نظريتين

او اكثر ، وبهذا يقضي على ثنائية الدقيقة ـ المجال باسقاط فكرة الدقيقة ، واعتبار ان هذا المجال هو الواقع الفيزياوي الوحيد في الطبيعة ، وبهذا يقضي ايضا على التناقض بين المتقطع discontinuous (الشحنة ، الكتلة) والمتصل continuous (المجال) لصالح الاخير .

تتصل جهود اينشتاين لانشاء نظرية المجال الموحد ـ باعتبارها نظرية مجال صرف ـ بالجهود التي يبذلها بعض الفيزياويين النظريين لانشاء نظرية فيزياوية تعتمد على الهندسة فقط (الجيومترو ديناميك). والجيومترودیناميك محاولة نظرية فحواها ان العمليات الفيزياوية لا تعدو عن كونها تغيرات في بنية المتصل الفضازماني او في هندسته فهي تستخدم الهندسة وتغيراتها مع الزمن في تفسير الظواهر الطبيعية كالجاذبية والكهربائية المغناطيسية والكتلة والشحنة والدقائق الاولية .وهي ليست بالنظرية المتكاملة بعد ، بل هي نظام من الافكار لمنهاج يرمي الى انشاء نظرية .

كتب ويلر ـ وهو من ابرز المشتغلين بهذه النظرية : « المادة حالة تهيج لهندسة ديناميكية »(٢) . ويقصد ويلر بالمادة هنا مصدر المجال . وكتب ويلر ومزنر عن وحدة الفيزياء والهندسة ، والفرق بين

الجيومترودیناميك والنظريات الفيزياوية الاخرى :
« هناك فكرتان عن الفيزياء تناقض احداهما الاخرى، وهما :

١ ـ ان المتصل الفضازماني يخدم كمسرح فقط لنشاط الدقائق والمجالات وان هذه الجواهر (الدقائق والمجالات ـ م) غريبة عن الهندسة ، ويجب ان تضاف الى الهندسة لكي تصبح ممارسة الفيزياء ممكنة .

٢ ـ لا يوجد في العالم سوى الفضاء الفارغ المحدب . اما المادة والشحنة الكهربائية المغناطيسية والمجالات الاخرى فهي مظاهر لتحدب الفضاء الفيزياء هندسة » (٤)

ان نظرية المجال الموحد والجيومترودیناميك يفترضان ان المحتوى الفيزياوي للفضازمان يتماثل مع بنيته الهندسية ، اي انه يمكن اختزال كل الفيزياء الى هندسة الفضازمان . وبدلا من العلاقات بين الاجسام الفيزياوية في الفضازمان تحل في الجيومترودیناميك علاقات بين هذه البنى الهندسية . ان مقولة نظريي الجيومترودیناميك : « الفضاء هو الواقع الوحيد » يمكن ان تفسر بأن الاحداث الفيزياوية تظهر ببنى هندسية ويعبر عنها بهذه البنى ، ومقولة : « الفيزياء هندسة » تفسر بأننا

نستطيع دراسة العمليات الفيزياوية بدرلسية البنى الهندسية للفضازمان ، وذلك على اساس العلاقة الموضوعية بين العمليـــات الفيزياويـــــة والبنى الهندسية بهذا المعنى لا يمكن النظر الى محاولة الفيزياويين النظريين الذيـــن يســـعون لاقامة الجيومترودیناميك وكانهم متاثرون في مسعاهم باحد تيارات الفلسفة المثالية،وليس في الجيومترودیناميك ما يشـــير الى هذا ابـدا ، ان الجيومترودیناميك محاولة فيزياوية نظرية جدية تنسجم مع النظـرة الفلسفية القائلة بوحدة العالم المادية ، بصرف النظر عما سيصيب هذه المحاولة من نجاح او فشل .

ب ـ فلسفيا :

يرتبط الفضاء والزمان دائما بالمادة ولهذا فلا وجود لفضاء مطلق مستقل عن المادة ، كما لا وجود للزمان المطلق والمادة لا يمكن ان توجد ولا ان تتحرك الا في الفضاء والزمان .

احتوت « اصول هندســـة اقليدس » اول تنظيم وتعميم لكافة المعلومات الهندسية في العالم القديم . والفضاء الذي يوصف بتلك الهندسة ، التي تطابق الخبر الانسانية اليومية ، يسمى فضـاءا اقليديا .

نجد اهم الافكار الفلسفية القديمة عن الفضاء

والزمان لدى ديمقريط وارسطو . فمن ذرية **ديمقريط** ينتج الاعتراف بالوجود الموضوعي للفضاء **والزمان ، فالفضاء هو الفراغ الذي تتحرك فيه** الذرات ، وهو شرط ضروري لحركتها . ومما يؤثر عن ديمقريط قوله « لا يوجد في الكون غير الذرات والفراغ » . اما الزمان فيوجد بالارتباط مع الحركة، رغم انه لا يرتبط بالذرات ارتباطا مباشرا . وقد ذهب ديمقريط الى ان الفضاء لا نهائي والزمان ابدي . وتبعا **لارسطو** يوجد الفضاء موضوعيا ، اما الزمان ، فمع انه يرتبط بالحركة ارتباطا وثيقا ، اي ان له اساسا موضوعيا ، الا انه يوجد ك « عدد للحركة » لا يوجد بدون الروح ، لان هذه وحدها هي التي تستطيع ان تعد ! وذهب ارسطو الى ان الفضاء الكوني محدود ، والزمان يجرى بانتظام واستمرار . غير انه انكر وجود الفضاء الفارغ ، لان قابلية المادة على التجزئة ـ حسب رايه ـ لا نهائية ، و « الطبيعة تكره الفراغ » .

وكان الفضاء في العصور الوسطى متناهيا محدودا

اما في العصور الحديثة ، وابتداء من **كوبرنيك** فقد اصبح الفضاء لا نهائيا . وفي الزمن التالي وقعت التصورات القديمة في تناقض حاد مع الفهم العلمي للفضاء والزمان ، الذي يعتمد على اكتشافات

علم الطبيعة ، خاصة الميكانيك والفلك . وقد وقف **برونو وغاليليو** ضد تعاليم ارسطو والكنيسة ، ودافعا عن فكرة لا نهائية الكون . وكان « مبدأ النسبية » الذي صاغه غاليليو ذا اهمية كبيرة ، اذ ثبت فيه انسجام الفضاء والزمان في جريان الاحداث الميكانيكية في اي مرجع قصوري .

وطور **ديكارت** في فيزيائه مفهوما جديدا للفضاء فقد ساوى بين المادة والفضاء ، وجعل الامتداد صفة اساسية له ، واختزله الى دقائق مادية صفرى ـ وربما كان تصور ديكارت هذا سابقا ومطابقا الى حد لتصور الاثير في القرن التاسع عشر . اما الزمان فكان بالنسبة له نمطا للتفكير صفته الرئيسية الاستمرار . وكان الامتداد عنده ، كخاصية عامة لجميع الاجسام ، ومعها الفضاء ، موضوعيا ، اما الزمان كنمط للتفكير فكان غير موضوعي

اكتسبت تصورات الميكانيك الكلاسيكي عن الفضاء والزمان بواسطة **نيوتن** تعميمها وشكلها النهائي . فتبعا لنيوتن يوجد الفضاء والزمان وجودا حقيقيا موضوعيا ، ولهما بنية مطلقة ، اي انهما يوجدان بالاستقلال عن المادة المتحركة ، وعن بعضهما البعض . وقد صور الفضاء وكأنه وعاء فارغ منسجم لا نهائي تجرى فيه العمليات

الطبيعية ، وهو ثلاثي الابعاد لا يحوز على صفات فيزياوية ، انما له صفات هندسية ـ اقليدية ـ فقط اما الزمان فهو منسجم ويجري باتجاه واحد .

اعتراض المادي الانكليزي **تولاند** Toland على فصل الفضاء والزمان عن المادة المتحركة وادرك **لايبنتز** ان الصفة المطلقة للفضاء والزمان هي نقطة الضعف الرئيسية في تفكير نيوتن المادي الميكانيكي ، وذهب الى ان الفضاء والزمان علاقات ترتيب بين اشياء وعمليات موجودة مع بعضها ، او تتابع احداها الاخرى . وهذا يعني ان الفضاء والزمان عند لايبنتز مرتبطان بالمادة وليس لهما واقع مطلق مستقل عنها . ولكن بما ان المادة عند لايبنتز لا تعدو عن كونها « وجودا اخر للروح » و « رباطا مهما » يمسك بالمونادات ، وان المونادات ليس لها الا وجود روحي ، ينتهي رفضه المبدئي للصفة المطلقة للفضاء والزمان بنكران مثالي لوجودهما الحقيقي الموضوعي . فالفضاء والزمان عند لايبنتز اخيرا احساسات ذاتية ، رغم انهما يطابقان ترتيبا موضوعيا للاشياء في العالم الشيء بجانب الاخر او الشيء بعد الاخر .

وكان الفضاء والزمان عند بركلي شكلين للاحساس الذاتي .

هذا الفهم المثالي الذاتي للفضاء والزمان يجد له تعبيرا متطورا لدى كانت . فقد ذهب كانت الى ان « الفضاء والزمان تصورات قبلية ، تصاحبنا كأشكال عقلية قبل ان يبعث هذا التصور شيء حقيقي خلال الاحساس »(٥) . وان « الفضاء ليس مفهوما تجربيا يكتسب من خبر خارجية ... بل الفضاء تصور ضروري ، قبلي ، تستند عليه جميع نظراتنا الخارجية »(٦) . وان الزمان « ليس سوى شكل للعقل الداخلي ، اي النظر الى نفسنا والى حالتنا الداخلية »(٧) . لقد كان الفضاء الفيزياوي لدى كانت لا نهائيا ، غير محدود ، ثابتا ، متصلا ، اقليديا ثلاثي الابعاد ، منسجما ، متشابه الاتجاهات. وكان الزمان لديه ايضا لا نهائيا ، غير محدود ، متصلا ، منسجما ، الا انه ذو بعد واحد .

ان النتائج التي توصلت اليها نظرية النسبية العامة في ان الفضاء الكوني لا اقليدي وغير منسجم هي تفنيد للصفات « القبلية » التي ارادها كانت للفضاء وكانت الهندسات اللااقليدية اول الامر (في القرن التاسع عشر) مجرد امكانيات فكرية خالية من التناقض ، ثم وجدت لها تطبيقا في القرن

العشرين ـ في نظرية النسبية العامـــة . وتكمـن الاهمية الفلـسفية للهندسات اللا اقليدية في انهـا برهنت على ان طريقة التفكير الهندسي الاقليـدي ليست ضرورية دائما . وكان من ابرز علماء الطبيعة الذين انتقدوا التصور الاقليـــدي للفضاء كاوس Gauss وهلمهولتز Helmholtz واينشتاين.

اما في فلـسفة **هيجل** فكان الفضاء والزمان نتاج « الفكرة المطلقة » خلقتهما في مرحلة من مراحـــل تطورها ،بحيث كان الفضاء في البداية ، ثم تـلاه الزمان ، ولهذا فهما منفصلان عن بعضهما . وكانت المادة عنده تركيبا من الفضاء والزمان ولهذا فهي لا تحوز بالنسبة لهذين الا اهمية ثانوية ، اما الفضاء والزمان فهما كميات صرفة ، لا يؤدي تغيرهما الى تغيرات نوعية ابدا

وذهب **ماخ** الى ان الفضاء والزمان مجموعـة من الاحساسات

اما الموضوعة الفلسفية المادية الحديثـة عن الفضاء والزمان فهي ان « الفضاء والزمان شكلان لوجود المادة » . وتنطوي هذه الموضوعة على الضد من جميع الاتجاهات المثالية ، على الاقـرار بان الفضاء والزمان ماديان ، اي انهما يتجليان دائما بالارتباط مع الواقع الموضوعيالموجود خارج وعينا

ومستقلا عنه. فقد ذهب **فويرباخ** الى ان « الفضاء والزمان شكلان لوجود كل الاشياء. وان الوجود في الفضاء هو وحده الوجود »(٨) وان « الفضاء والزمان ليسا شكلين لظهور الوجود والتفكير ، وانما هما شرطان لكيانهما ، شكلان لاستيعابهما »(٩) . وبهذا الاتجاه سار الفلاسفة الماديون في النظر الى الفضاء والزمان. « ان شكلي وجود المادة هما بدون المادة لا شيء ، تصورات فارغة ، تجريدات لا توجد الا في رؤوسنا »(١٠) . وبما ان المادية تعترف بوجود واقع موضوعي ، اي مادة متحركة موجودة مستقلة عن وعينا ، فلابد من الاعتراف بالواقع الموضوعي للفضاء والزمان .

تبلورت المقولة المادية عن الفضاء والزمان في القرن التاسع عشر كجواب على مسالة اصل تصوراتنا عنهما . فهما في الفلسفة المادية موجودان موضوعيا ، وان تصوراتنا ونظرياتنا عنهما انعكاس عن واقعهما الموضوعي ، وهما ليسا مجرد احاسيس ذاتية ، وليسا من خلق الفكر .

وقد كان العديد من الفلاسفة الماديين الى حد قريب يفسرون كلمة « شكل » الواردة في عبارة « شكل وجود المادة » بالتجاه العلاقة بين الشكل والمحتوى . غير ان هذا التفسير يؤدي ، بسبب

اولوية المحتوى ، الى صعوبات جمة زادتها نظرية النسبية حدة

ان تاريخ تطور فهم الانسان للفضاء والزمان يبين ان تغير تصوراتنا عنهما لا يفند واقعهما الموضوعي ، تماما بنفس الطريقة التي لا يفند فيها تغير معارفنا عن بنية المادة وحركتها الواقع الموضوعي للعالم الخارجي .

الفضاء والزمان يوجدان وجودا واقعيا موضوعيا ، مستقلين عن وعي الانسان . وان المقولة المثالية في ان الفضاء والزمان ذاتيان ليست صحيحة لان النتيجة المترتبة على هذه المقولة هي انه قبل ظهور الانسان على الارض لم يوجد العالم في فضاء ولا زمان ، وهي نتيجة واضحة الخطأ

يكون الفضاء والزمان وحدة من المطلق والنسبي فهما يوجدان وجودا مطلقا بمعنى انهما موجودان وجودا واقعيا موضوعيا مرتبطا بوجود المادة وهما نسبيان لان خصائصهما الملموسة تعتمد على حالة المادة (سرع الاجسام ، توزيع المادة) في المنطقة المعنية من الكون .

قد يوجد سوء فهم في علاقة النسبي بالمطلق في خواص الفضازمان في نظرية النسبية . مثال

ذلك ما ذهب اليه احد الفيزياويين الذي انتقد منطلقات نظرية النسبية حيث قال : « ان الجوهري لا يكمن في النسبية بل في المطلق ـ في خواص الفضازمان مستقلا عن نظام الاحداثيات »(١١)
ولكن يحق لنا هنا ان نتساءل : ما هو المطلق الذي يراد به ان يكون اساسا لنظرية النسبية ؟ وماذا ينبغي ان يفهم من البنية المطلقة للفضازمان ؟ وما هي خواص الفضازمان المطلقة بالاستقلال عن الاحداثيات ؟ ان الافكار الواردة في الانتقاد المذكور تعادل نكران الفحوى الفيزياوي والفلسفي لنظرية النسبية ، ذلك لان التسليم بوجود فضازمان مطلق بالمعنى الوارد في الانتقاد يعني اهمال العلاقة بين الفضاء والزمان والمادة والحركة،واعتبار الفضازمان المطلق وكأنه قائم بذاته .

الكون واللا نهائية

الكون هو مجموع الانظمة المادية الموجودة في الفضاء والزمان (الشهب والنيازك والمذنبات والاقمار والكواكب والنجوم والمجرات ....)

ويطلق اسم « الكوسمولوجيا » cosmology على علم بنية وتطور اشكال المادة وطوبولوجيتها وحركتها وتشكيلاتها وتغيراتها ونشوئها واضمحلالها .

كانت الكوسمولوجيا منذ اقدم الازمان مرتبطة ارتباطا وثيقا بالفلسفة والنظرة للعالم . وهي ، كعلم يتخذ كل الكون بجميع اشكال حركة المادة فيه وبنيتها اللامتناهية كميا ونوعيا موضوعا له ، لا يمكن ان تقتصر على مجرد الرصد والقياس والحساب ، انما تعتمد ايضا على افكار فلسفية عامة . ولهذا يعتمد تقدم العلم او عرقلته على الصفة العلمية التي تتمتع بها تلك الافكار . لهذا السبب كانت الكوسمولوجيا منذ اقدم العصور وحتى الان ، في بؤرة الصراع بين التيارات الفلسفية المتناقضة وكان هذا الصراع يرتبط بصورة مباشرة او غير مباشرة بالصراعات الاجتماعية .

كانت التأملات الاولى عن الكون متاثرة تاثرا كبيرا بالاساطير (الصينيون ، الهنود ، المصريون ، البابليون) . وفي الفلسفة اليونانية ظهر بجانب التأملات المادية لفلاسفة الطبيعة اليونان عن الكون تصورات اسطورية عنه . وكان نظام ارسطو ، اوسع الكوسمولوجيات انتشارا في العصور القديمة والوسطى فقد ذهب ارسطو الى ان الكون ذو امتداد فضائي محدود ، الا انه غير محدود زمانيا ، وهو يتصف بالمركزية الارضية : ففي المركز تقع الارض الكروية الساكنة ، تحيطها كرات القمر فالكواكب فالنجوم الثابتة ، فالاله المحرك الذي لا يتحرك

وفي هذه الكرات تدور الاجرام السماوية في افلاك دائرية حول الارض الساكنة كمركز لها . (كان ارسطو ، استنادا الى افلاطون ، يعتبر الحركة الدائرية اكمل حركة) . وقد نشأت هذه الفكرة من المشاهدة اليومية البسيطة لحركة الشمس الظاهرية، وكذلك الاجرام السماوية الاخرى ، حول الارض . اما انحرافات الحركات الحقيقية المرصودة والناتجة عن هذه الفرضية الخاطئة فقد عالجها يودوكسوس وكاليبوس بأضافة كرات متداخلة . وكان ارسطو ينظر الى النجوم ككائنات تتمتع بعقل يفوق عقل البشر . وربما كان في ذلك منطلق لتطور «التنجيم» . اما العالم فلم يكن عنده موحدا : ففي العالم الارضي، تحت كرة القمر ، كل شيء متغير ، ناقص ، وفي العالم فوق القمر ، كل شيء ثابت ، كامل .

وقد طور بطليموس هذه الصورة عن الكون الى النظام المعروف باسمه : نظام بطليموس المركزي الارضي، الذي كان اول نظام كوني عقلاني منهجي فلكي .

وكانت صورة العالم الكنسية في العصور الوسطى تعتمد على النظام البطلمي .

وفي بداية العصر الحديث دفعت صورة الكون الارسطية الى الوراء . ففي القرن الخامس عشر تقدم كوزانوس بمقولة ان الكون لا نهائي وليس له

مركز . اما النظام المركزي الشمسي الذي اتى به كوبرنيك (الانظمة المشابهـــة السابقة في العصور القديمة كانت تأملية : فيلولاوس ، ارستارخوس) فقد ازاح الارض عن موقعهـــا المركزي ، ووضع الشمس محلها ، كما ازاح كرة النجوم بعيدا في الفضاء وبذا اصبحت الارض هباءة في الكون الواسع. واما برونو فقد ذهب الى ان الكون لا نهائي ، وان هناك عوالم مأهولة غير عالمنا ، وبنى افكاره عــلى مذهب وحدة الوجود .

كانت اهم نتيجة للنظام الكوبرنيكي هي تحرير علم الطبيعة من المعتقدات الجامدة ، وجعله علمانيا ، وفتح الطريق امام البحث العلمي في الطبيعة الذي يؤدي الى صياغة قوانين كمية دقيقــة مبنية على التجربة والقياس والارصاد . وقد كافحت الكنيسة صورة العالم الكوبرنيكية لتعارضها مع تعاليمها

ان نظام كوبرنيك حقيقــي موضوعيا . وان نكران الفلسفة الوضعية والاصطلاحية لهذه الحقيقة الواقعية ليس له اساس . وتحاول المثالية الحديثة الاستعانة بنظرية النسبية كي تستنتج تساوي النظامين الكوبرنيكي والبطلمي ولكن هذا الاستنتاج غــير صحيح لان جعل الكينماتيك (اسلوب الحركـــة) نسبيا بهذه الصورة يجعل من غير الممكن استنتاج اية علاقة فيزياوية حقيقيـــة . والنظام البطلمي

يؤدي فوق هذا الى تناقضات مع نظرية النسبية ، اذ يجب على النجوم الثابتة حسب هذا النظام ان تتحرك بسرع هائلة تفوق سرعة الضوء بكثير

منذ بداية العصر الحديث اصبحت معارف الفيزياء ونظرياتها وطرائقها اساسا لتكوين صورة علمية عن الكون . وقد بدأ هذا التطور باكتشاف نيوتن لقانون الجاذبية . وان كان الميكانيك في البداية هو العلم الوحيد الدقيق الذي اعان البحث الكوسمولوجي ، فقد اصبح الضوء وتحليل الاطياف وعلم الحرارة (الثرموديناميك) والكهربائية والفيزياء الذرية والنووية ، والنظرية الكوانتية والنسبية علوما لا تستطيع الكوسمولوجيا الاستغناء عنها وكانت صورة الكون المادية العلمية تعتمد في البداية على تصورات الفضاء الاقليدي والميكانيك الكلاسيكي ، اما الصورة الحديثة فتعتمد على هذه العلوم ، وصار من الممكن معرفة بنية الاجرام الكونية ومادتها واشعاعها معرفة جيدة . ونستطيع الان ان نرصد بواسطة التلسكوبات الفلكية الكبيرة اجساما كونية تبعد عنا ٥ مليارات سنة ضوئية ، اما التلسكوبات الراديوية فتجعل بالمستطاع تمييز اجسام كونية تبعد عنا ١٥ ــ ٢٠ مليار سنة ضوئية.

ان توزيع المادة في الكون توزيعا منسجما ام غير منسجم يكتسب اهمية كبيرة في حل مسألة نهائية

او لانهائية الفضاء الكوني ، وتبعا لذلك لوضع « الموديلات » الكونية . وتشير الابحاث الحديثة الى ان توزيع المادة في الكون المعروف الان غير منسجم . ولهذا يذهب العديد من العلماء الى ضرورة وضع نظرية (موديل) لكون غير منسجم inhomogeneous وغير ايسوتروب anisotropic

وتطرح الانواع المتعددة للنجوم (نجوم من مختلف الاصناف الطيفية ، النجوم العملاقة ، النجوم الاقزام ، النجوم المتغيرة) مسألة تطور هذه الاجرام على بساط البحث . فقد استطاع علم الفلك الحديث ان يشخص نجوما من مختلف الاعمار نجوما جديدة لا يتجاوز عمرها بضعة ملايين من السنين ، واخرى قديمة يقدر عمرها بعدة مليارات من السنين وينطبق نفس الشيء على المجرات . ويبدو ان عملية نشوء الاجرام الكونية واندثارها ليست عملية جرت مرة واحدة فقط ، انما تجري بصورة مستمرة حتى الان .

هناك « موديلات » عديدة للكون ، تعتمد كلها على فرضية هامة ، هي امكان تمديد المعرفة المكتسبة عن الجزء الواقع في مجال ارصادنا من الكون حتى تشمل الكون كله ، اي افتراض ان الجزء المرصود من الكون كبير لدرجة ، بحيث يصح اعتباره ممثلا

لكل الكون ، وان القوانين المكتشفة في هذا الجزء لا تقتصر صحتها على هذا الجزء ، بل تحوز على صحة عامة كونية .

وقد مر بنا ان نظرية النسبية العامة قد ابانت ان المادة وبنية الفضازمان تؤثر احداهما بالاخرى وتشترط احداهما الاخرى ، بحيث ان هندسة الفضاء تعتمد على توزيع المادة . وعلى ذلك فأن موديلات الكون الفيزياوية الرياضية ، باعتبارها تصورات عن بنيته الهندسية ، تعتمد على الفرضيات المتخذة بخصوص توزيع المادة (كثافتها في الكون) . ويجب ان نذكر هنا ان هذه الموديلات لا يمكن بناؤها بالاعتماد على نظرية النسبية وحدها ، بل يجب اضافة فرضيات اخرى للوصول الى هذه الغاية ، قسم منها يعتمد على ارصاد فلكية ، وقسم اخر افتراضي صرف .

ان نظرية النسبية بذاتها لا تنبيء بشيء عن نهائية الكون او لا نهائيته . ولكن موديلات الكون التي تعتمد على نظرية النسبية وتتخذ فرضيات اضافية مختلفة تقدم اجوبة مختلفة على هذه المسألة .

فموديل اينشتاين لعام ١٩١٧ يؤدي الى ان الكون نهائي . وينطلق اينشتاين في بناء هذا الموديل

من فرضية انسجام الفضاء وايسوتروبيتيه ، وان معدل كثافة المادة الكونية ثابت ، وان العالم « مستقر » ، وان لبنية الفضاء تحدبا موجبا ثابتا ، وهذا يعني ان الكون نهائي ، مغلق ، وغير محدود .

في الفيزياء الكلاسيكية لم يكن يميز بين اللانهائية واللامحدودية . فعند نيوتن كان الكون لا نهائيا ولا محدودا في نفس الوقت . ولم يحصل هذا التمييز الا بواسطة العالم الرياضي ريمان عام ١٨٥٤

وفي عام ١٩١٧ ايضا قدم دي سيتر de Sitter افكارا جديدة حول الطبيعة الديناميكية للكون ، كانت اساسا لحساب الازاحة الحمراء (فايل Weyl ١٩٢٣) التي تحققت باكتشاف هبل Hubble (١٩٢٩) . وفي عام ١٩٢٢ أبان فريدمان Friedmann ان نظرية النسبية العامة لا تسمح الا بكون متطور مع الزمن ، وان تحدب الفضاء ، بالرغم من انه واحد في جميع الاتجاهات الا انه يتغير مع الزمن ، وهذا يؤدي الى تغير المسافات بين النقاط المادية ، وان سرع هذه النقاط تتناسب طرديا مع هذه المسافات . هذه الحقيقة معروفة الان باسم « توسع الكون » .

ان **نهائية الفضاء** الممكنة او **لا نهائيته ليست** مقولة **فلسفية** بل مسالة علمية طبيعية اختصاصية

(فيزياوية ، كوسمولوجية ، فلكية) وهي مسألة لم يبت بها حتى الان . وقد طورت موديلات كوسمولوجية اعم (كودل K. Gödel وسلمانوف A. C. Selmanov) . وحسب راي سلمانوف لا يصح السؤال عن نهائية الفضاء او لا نهائيته الا في موديل كوسمولوجي بسيط يتوفر فيه انسجام الفضاء وايسوتروبيته . اما عند معالجة موديل اكثر تعقيدا (اللاانسجام واللاايسوتروبية) فيفقد هذا السؤال معناه ، وان لا نهائية الفضاء في احد المراجع لا تتنافى مع نهائيته في مرجع اخر .

لا تقتصر اهمية النهائية واللانهائية على الكوسمولوجيا وحدها ، بل تتعداها الى الفلسفة . وقد كان هذان المفهومان موضع جدل طويل في تاريخ الفكر الانساني

وكانت موضوعة لا نهائية العالم المادي ـ خاصة لا نهائية الفضاء والزمان (الازل والابد) ـ في الماضي جزءا مهما من كافة الفلسفات المادية وقد ارتبطت هذه القضية الفكرية في تاريخ الفلسفة بالقضية الكوسمولوجية ، وطورت فكرة اللانهائية الفلسفية اول الامر بالاعتماد على فكرة لا نهائية الفضاء بالمعنى الفيزياوي .

ورغم ان اللانهائية الفلسفية لا تماثل اللانهائية الكوسمولوجية ، اذ ان الاخيرة مسالة علمية طبيعية

اختصاصية كما قلنا ـ الا انه لا يمكن تطوير موضوعة اللانهائية الفلسفية بمعزل عن نتائج البحث الكوسمولوجي

تعني لا نهائية العالم المادي بوجه من الاوجه وحدة العالم المادية فالرابطة المادية في العالم لا تخرق في اي ظرف من الظروف ، وان هذه الظروف هي ظروف فضازمانية . وذلك يعني ان هذه الرابطة لا تخرق في اي مكان او زمان . ولهذا فاللانهائية الفضازمانية تعني هنا ان العلاقات الفضازمانية ترتبط بدون استثناء بروابط متبادلة مع العلاقات المادية الاخرى .

واللانهائية بارتباطها بالتطور تعني التعقد والتعدد اللذين لا ينتهيان . ولان المادة لا تفنى ولا تستحدث ولا تستنفد نوعيا ، تكون جميع الاشكال المتناهية النسبية للمادة في نفس الوقت اشكال ظهور المادة اللامتناهية . وبهذا ترتبط اللانهائية بنهائية ونسبية كل ظاهرة مفردة ، كما تتعلق بتعددها الكمي والنوعي الذي لا يستنفد .

ان الاعتراف بالتعقد اللانهائي للمادة هو تعميم لمعرفتنا الراهنة وتكمن الاهمية المعرفية لهذا الاعتراف في الموضوعة المادية الجدلية عن المعرفة ، وهي ان كل مقولاتنا عن بنية المادة هي حقائق

نسبية . وبهذا المعنى يصبح كل اكتشاف جديد تاكيدا لموضوعة التعقد اللا نهائي للمادة التي لا يمكن معرفتها معرفة مطلقة لسببين : الاول لان الواقع الموضوعي نفسه يتبدل ويتطور دائما ، والثاني لان المعرفة نفسها عملية معقدة في الانتقال من البسيط الى المعقد ، ومن المظهر الى الجوهر . ان موضوعة لا نهائية المادة بهذا الشكل موضوعة معرفية . فهي ليست مقولة عن الكيفية التي توجد بها المادة ، وذلك من اختصاص العلوم المفردة الاختصاصية ، بل مقولة تعبر عن ان معرفتنا عن الكيفية التي توجد بها المادة نسبية دائما ، وليست مطلقة ، ولكنها تتقرب من الحقيقة المطلقة تقربا اسيمبتوتيا يزداد باستمرار .

ان مفهوم اللا نهائية الفلسفي لا يماثل مفهوم اللا نهائية الرياضي ، كما انه لا يختزل الى مفهوم اللا نهائية في الكوسمولوجيا وان لا نهائية العالم ايضا لا تعني مجرد وجود عدد لا نهائي من اجسام ذات نوعية واحدة ، بل يجب ان يؤخذ بالحسبان ظهور انواع جديدة غير معروفة من المادة في الفضاء الكوني البعيد جدا ، قد تخضع لقوانين لا نعرفها الان .

الفصل السادس

مسائل معرفية في الفيزياء

النظرية الفيزياوية

النظرية مجموعة مقولات منظمة عن حقل من حقول الواقع الموضوعي او الفكر . واهم مكونات النظرية هي القوانين التي تحتويها .

والنظرية نظام متكامل نسبيا من المعارف ، يتطور بتطور المعرفة . وتتطور النظرية باستيعابها للحقائق التجربية الجديدة ، والمفاهيم المعبرة عن هذه الحقائق ، وبذلك تصبح النظرية اكثر دقة .

يعتبر اينشتاين النظريات الفيزياوية «محاولات لتكوين صورة عن العالم واقامة رابطة بين هذه الصورة وعالم الاحساسات »(١) .

يعتمد المجال الذي تعمل فيه اية نظرية على تعدد الظواهر التي تستطيع النظرية تفسيرها . ويحدث احيانا ان يمتد مجال احدى النظريات بحيث يشمل ظواهر جديدة لم تقصدها النظرية عند بدء تكوينها . مثال ذلك نظرية ماكسويل الكهربائية ــ المغناطيسية التي استطاعت ان تحتوى علم الضوء الكلاسيكي .

الاسس الفلسفية التي تعتمد عليها اية نظرية فيزياوية (والتي غالبا ما لا يصرح بها) هي :

أ ـ وجود العالم الموضوعي ، مستقلا عن وعينا

ب ـ سببية العمليات في الطبيعة ، واستبعاد القوى فوق الطبيعية في تفسير هذه العمليات .

جـ ـ ان العمليات الطبيعية تجرى حسب قوانين ، اي حسب روابط عامةضرورية ، جوهرية.

د ـ ان العالم وقوانينه يمكن معرفته ، فقوانين العمليات الطبيعية يمكن اكتشافها ، كما يمكن صياغة نظريات لتفسيرها ، وان هذه النظريات ليس لها صحة مطلقة ابدية ، بل تقترب من الحقيقة الموضوعية بتقدم العلم

الطريق الذي تقطعه النظرية الفيزياوية في نشوئها وتطورها واضمحلالها المحتمل يتسم بالمراحل التالية :ـ

أ ـ اكتشاف القوانين التي تخضع لها ظواهر الطبيعة في مجال من المجالات .

ب ـ افتراض فرضيات قليلة ما امكن ، من اجل بناء النظرية التي تفسر تلك الظواهر .

ج ـ بناء النظرية رياضيا على اساس هـذه الفرضيات بحيث يمكـن التوصـل الى القوانين المكتشفة بصورة منطقية . وبهذا « تفسر » النظرية الظواهر الطبيعية المعروفة .

د ـ اشتقاق بعض الاستنتاجات من النظرية ، بحيث يمكن التثبت منهـا تجريبـا . فأن ايـدت التجربة هذه الاستنتاجات كان ذلك تأييدا لصحة النظرية نفسها

هـ ـ ان لم تؤيد التجربة تلك الاستنتاجات ، او ان اكتشفت ظواهر جديدة لا تستطيع النظرية « تفسيرها » نشأت ازمة في الفيزياء . وغالبا مـا تبذل بعض المحاولات لانقاذ النظرية القديمة بأدخال بعض التغييرات والتحويرات ، بعض «الاصلاحات» عليها (مثال ذلك محاولات لورنتس لانقاذ الاثير) . فأن تراكمت الخلافات مع النظرية القديمة ، فلا يفيد عندئذ اي « اصلاح » وبهذا تحل نهاية النظرية .

و ـ عندئذ يجب صياغـة نظريـة جديدة تستطيع تفسير الحقائق الفيزياوية ، القديمة منها والجديدة . ولكن لا ترمي النظرية القديمة عـرض الحائط باعتبارها خاطئة ، بل تعتبر حالة خاصة من النظرية الجديدة ، كما يعتبر مثلا ميكانيك نيوتـن حالة خاصة من الميكانيك النسبي .

ان تطور الفيزياء ، وكل العلوم الاخـرى ، يجرى بواسطة الجهود المبذولة للتغلب على الازمة اي التناقض الذي يحصل بين توقعات النظريـة والحقائق التجربية . ونستطيع ان نقول ان القانون الرئيسي لتطور الفيزياء ينطبق على قانون التطور العام لنشوء التناقضات والتغلب عليها ، علما بانه في كل مرحلة جديدة من مراحل التطور تنشـأ تناقضات جديدة. ان حل معضلات الفيزياء ، التغلب على التناقضات النظرية ، يجلب معه معضلات اعمق واصعب حلا . وتزداد المعضلات والمصاعب كلما توسعت المعلومات الفيزياوية وتعمقت . هنا يكمن الدافع الدائم لتطور الفيزياء المستمر .

ليس هناك نظرية فيزياوية تدعي لنفسها الصحة المطلقة الابدية . ولكل نظرية صحة نسبية . وبتقدم الفيزياء تتقرب النظريات والافـكار الفيزياوية من الحقيقة المطلقة .

ومهما كان نجاح احدى النظريات الفيزياوية كبيرا ، تكفي حقيقة تجربية واحدة تختلف مـع استنتاجات النظرية لدحض تلك النظرية . ولكن رغم فشل هذه فانها لا تعتبر خاطئـة تماما وغير مفيدة ، لانها كانت تستطيع ان تفسر العديد من الحقائق التجربية الفيزياوية .

يحدث احيانا ان « نظريتين » مختلفتين تستطيعان تفسير نفس الحقائق التجربية . مثال ذلك نظرية الضوء الموجية (هيجنز) والدقائقية (نيوتن) في القرنين السابع عشر والثامن عشر . مثل هذه « النظريات » التي لا يمكن البت في صحة احداها او خطأها تجربيا ، تبقى في مرحلة الافتراض hypothesis . ولا يحق لهذا الافتراض ان يتخذ صفة النظرية العلمية المبرهن عليها الا حينما يؤيد بحقائق عملية جديدة يستطيع تفسيرها ، او تستنتج منه نتائج تثبت صحتها بالتجربة .

التصور ـ الموديل ـ التجريد

عند الحديث عن الفيزياء الحديثة تنعت هذه غالبا بأنها لا تقدم وصفا للطبيعة يسهل تصوره ويتحدث بعض الفيزياويين عن التراجع الواعي المتقصد عن تصور الحدث الطبيعي .

ان ذلك يرجع الى حقيقة ان الكثير من افكار الفيزياء الحديثة ومفاهيمها لا تتفق مع تصوراتنا الاعتيادية الكلاسيكية فمفاهيم مثل كوانتية الطاقة والزخم الدوراني ، وعلاقة اللا دقة ، وتحول المادة المتثاقلة الى اشعاع (الفناء الزوجي) وبالعكس (التولد الزوجي) ، وتغير المسافات والزمن تبعا لسرعة المرجع ، وتحدب الفضاء ، وغيرها لا يمكن

تصورها كلاسيكيا . ان تطـــور الفيزياء قد ابان بوضوح ان ليس بمقدور الفيزياء الكلاسيكية تفسير العمليات الجارية في العالم الصغير وفي العالم الكبير ذي الابعاد الكونية ولهذا وجب وضع فيزيـــاء جديدة بمفاهيم جديدة لتفسير تلك العمليات .

يجرى الحديث احيانا عن الاتيان بـ « افكـار مخبولة » الى الفيزياء . ويمكن القول ان هذه الافكار مخبولة ومعقولة في آن واحد فهي « مخبولة » لانها لا تتفق مع تصوراتنا اليومية التي اعتدنا عليها ومنحناها الصحة باطمئنان ، وهي معقولة لانها تفسر الحقائق الفيزياوية العملية تفسيرا جيدا ، وهو ما لا تستطيعه المفاهيم القديمة . ان واجب الفيزيـاء كشف قوانين الطبيعة بصرف النظر عما اذا كانت المفاهيم التي تعبر بها هذه القوانين اعتيادية بالنسبة لنا ام غير اعتياديـة . ان الظواهـــر المكرسكوبية والكونية وعلاقاتها وتفاعلاتها المتبادلة معقدة جدا الى درجة اننا لا نستطيع استيعابها بتصوراتنــا الاعتيادية الكلاسيكية ، وهي لا يمكن الكشف عنها واستيعابها الا بافكار ومفاهيم « ثورية » ليس مـن السهل تصورها في بعض الاحيان . وبهذا الصدد قال ماكس بورن : ان الميكانيك الكوانتي « يتطلب ، الى جانب المعرفة بصياغته الرياضية المعقدة ، موقفا فلسفيا معينا ، هو الاستعداد للتضحية بالمفاهيم

العتيقة وتبني مفاهيم جديدة »(٢) . وتعرض هايزنبرك لنفس الموضوع مؤكدا على وجوب التخلي عن اشتراط امكانية التصور في النظرية مقابل احتوائها على مقادير يمكن قياسها عمليا . واشار اينشتاين الى ضرورة نبذ مفاهيم كالسرعة المطلقة والتواقت المطلق وغيرهما ، وصاغ رأيه عن المفاهيم الفيزياوية حيث قال « لا يوجد في الفيزياء مفهوم يلزم استعماله بصورة ضرورية مسبقة . ولا يحوز مفهوم من المفاهيم على حق الوجود الا بارتباطه الواضح مع الخبر والحقائق التجريبية الفيزياوية »(٢).

ان الاهمية الفلسفية للافكار « المخبولة » تكمن في انها تؤيد مقولة كون افكارنا ، بما فيها الافكار العلمية ، انعكاس مقرب عن الواقع الموضوعي ، وان هذا الانعكاس يزداد دقة وصحة بتطور العلم . ولا يقتصر دور «الافكار المخبولة» على تطوير افكارنا الفيزياوية فحسب ، بل هي تساهم ايضا في تطوير نظرتنا للعالم .

بالرغم من ان تصور مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية اسهل من تصور مفاهيم الفيزياء الحديثة ، فأن ذلك لا يعني ان المفاهيم الكلاسيكية تعكس العمليات الجارية في الطبيعة احسن وادق من المفاهيم الحديثة فالاشياء الكلاسيكية (النقاط الكتلية مثلا) مبسطة جدا ، بينما الاشياء في الفيزياء

الحديثة (الدقائق الاولية) معقدة في بنائها وعلاقاتها، وبهذا تمتاز الفيزياء الحديثة على القديمة بكونها اعمق سبرا للطبيعة .

امكانية التصور عملية جدلية تعتمد على مستوى المعرفة التاريخي للمجتمع وعلى الفرد ايضا، وتتطور بتطور المعرفة . ان ما يعتبر اليوم « فكرة مخبولة » يصبح غدا ، بعد تطور المعارف الفيزياوية والفلسفية ، امرا اعتياديا .

ويرتبط التصور بتكوين « **الموديل** » ، النموذج . ويخدم الموديل لتوضيح العمليات ، ولا سيما المعقدة منها ، وتسهيل تصورها ، وبذلك يساهم في دراسة الشيء الذي جاء لتصويره وفحص صحة النظرية التي بنى عليها ومن الطبيعي ان الاشياء والعمليات الفيزياوية وعلاقاتها اعقد من موديلاتها وتنقل الاستنتاجات من الموديل الى الجسم الاصلي او العملية الطبيعية بالمقارنة .

من الامثلة على الموديلات في الفيزياء الحديثة : موديل بور للذرة ، وموديل تومسون ، ومختلف موديلات نواة الذرة ، وموديلات الكون .

الموديل صورة ، فكرية او مادية ، لجسم او عملية او علاقة ، يستخدم لتوضيحها وتسهيل تصورها ودراستها بالمقارنة .

رغم الخسارة الحاصلة في التصور في الفيزياء الحديثة ، لا تفقد الاشياء والمفاهيم الفيزياوية علاقتها كليا بالخبر الحسية ، ولو انها تصبح اكثر تجريدا ، فهي تعكس الحقيقة الموضوعية بادق واعمق واشمل من الخبر الحسية البسيطة

تتألف عملية **التجريد** من سلسلة اعمال فكرية حيث يهمل ما هو غير جوهري من صفات الشيء وعلاقاته ، وتبرز صفات وعلاقات ومعالم اخرى منه باعتبارها جوهرية . وكنتيجة لعملية التجريد تنشأ مفاهيم تعكس جوهر الشيء . هذه المفاهيم قد تكون بعيدة عن الاحساس المباشر بالشيء ، الا انها رغم ذلك تعكس الواقع الموضوعي بدرجة اعمق واشمل مما يعكسه هذا الاحساس . ان تجريدات مثل : المادة ، القانون الطبيعي ، التوصيل الكهربائي ، المرونة ، الوراثة ، وكل التجريدات العلمية تعكس الطبيعة بدرجة اعمق واشمل ، رغم بعد بعضها عن الحس المباشر . وقد ذهب اينشتاين وهايزنبرك الى ان الفيزياء الحديثة تستوعب جيدا طبيعة الظواهر الموضوعية بواسطة التجريدات الرياضية .

تصبح التجريدات ضرورية ومهمة حينما يكون لها اساس في خواص الواقع الموضوعي وعلاقاته ، والا فانها تتحول الى « تجريدات فارغة » ، مجرد تأملات ، لاتطابق شيئا واقعيا

تتطور امكانية التصور بتطور معرفة الانسان، وتتغير الموديلات بتقدم العلم ، وتصير المفاهيم اكثر تجريدا ، وبذلك يصبح العلم اكثر قدرة على عكس الواقع الموضوعي عكسا يزداد صحة بتطور البحث العلمي الذي لا ينتهي .

ـ الهوامش ـ

ـ الفصـــل الاول ـ

1. H. v. Helmholtz, Populärwissenschaftlische Vorträge, Heft I, Braunschweig 1865, S. 7.
2. F. Engels, Dialektik der Natur, Berlin 1973, S. 202.
3. W. I. Lwow, Albert Einstein-Leben und Werk, Leipzig 1957, S. 99.
4. W. Heisenberg, Physik und philosophie, Berlin 1959, S. 113.
5. C. F. v. Weizsäcker, Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 1958, S. 80.
6. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 36.
7. M. Born, Physik und Politik, Göttingen 1960, S. 44.

ـ الفصـــل الثاني ـ

1. I. Newton, Opticks, London 1704, Qu. 31.
2. W. Heisenberg, Wandlungen in der Grundlagen der Naturwissenchaft, Leipzig 1945, S. 108.

ـ الفصـل الثالث ـ

1. F. Exner, Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissneschaften, Wien 1910, S. 701.
2. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1957, S. 49.
3. M. Planck, Wege zur physikalischen Erkenntnis, Leipzig 1944, S. 64.
4. E. Mach, Erkenntnis und Irrtum, Leipzig 1917, S. 283.
5. P. S. Laplace, Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1932, S. 1f.
6. E. Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Wien 1904, S. 524.
7. C.W.F. Hegel, Wissenschaft der Logik, 1. Teil, S. 141.
8. B. Spinoza, Ethik, Leipzig 1949, S. 31.

ـ الفصل الرابع ـ

1. P. Jordan, Das Bild der modernen Physik, Berlin 1957, S. 45.
2. W. Heisenberg, Zeitschrift für Physik, 43 (1927) S. 197.

3. W. Heisenberg, Wandlungen (a.a.O.) S. 53-54.
4. W. Heisenberg, Ebenda, S. 57.
5. W. Heischenberg, Ebenda, S. 66.
6. N. Bohr, Atomtheorie und Naturbeschreibung, Berlin 1931, S. 36.
7. M. Born, Physik und Politik, Göttingen 1960, S. 8.
8. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 101.
9. M. Born, Ebenda, S. 104.
10. M. Born, Ebenda, S. 179.
11. A. Einstein, Bemerkungen, in: a.a.O., S. 494.
12. A. Einstein, Ebenda.
13. A. Einstein, nach M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Eraunschweig 1959, S. 228.
14. A. Einstein, Einleitende Bemerkungen über Grundbergriffe in, Louis de Broglie und die Physiker Hamburg 1955, S. 13.
15. A. Einstein, Bemerkungen, in: a.a.O., S. 496.

ـ الفصل الخامس ـ

1. A. Enstein, Über die Spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, Berlin 1970, S. 65.
2. Ebenda, S. 125.
3. J. Wheeler, Geometrodynamics, New York. 1962.
4. C. W. Misner and J. A. Wheeler, Classical Physics as Geometry, in: Annals of Physics (1957) 526.
5. I. Kant, Kritik der reinen Vernunft, Leipzig 1956, S. 457.
6. Ebenda, S. 96.
7. Ebenda, S. 102.
8. Feuerbach, Kleine Philosphische Schriften, Leipzig 1950, S. 65.
9. Ebenda, S. 155.
10. F. Engels, Werke, Bd. 20, Berlin 1962, S. 48.
11. A. D. Alexandrow, Die moderne Naturwissenschaft, Moskau 1969, S. 219.

ـ الفصل السادس ـ

1. Enstein/ Infeld, Die Evolution der Physik, Hamburg, 1970, S. 193.
2. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 143.
3. A. Einstein, Briefe an Maurice Solovine, Berlin 1960, S. 20.

الفهرست

صدر من الموسوعة الصغيرة :

١ـ العرب والحضارة الاوربية د . فيصل السامر

الموسوعة الصغيرة

سلسلة ثقافية شهرية تتناول
مختلف العلوم والفنون والاداب

رئيس التحرير حميد سعيد
سكرتير التحرير مراد فواز

الكتاب القادم

الحقيقة الاشتراكية

لحزب البعث العربي الاشتراكي في الفكر والتطبيق

عزيز السيد جاسم

السعر ٥٠ فلساً

دار الحرية للطباعة - بغداد